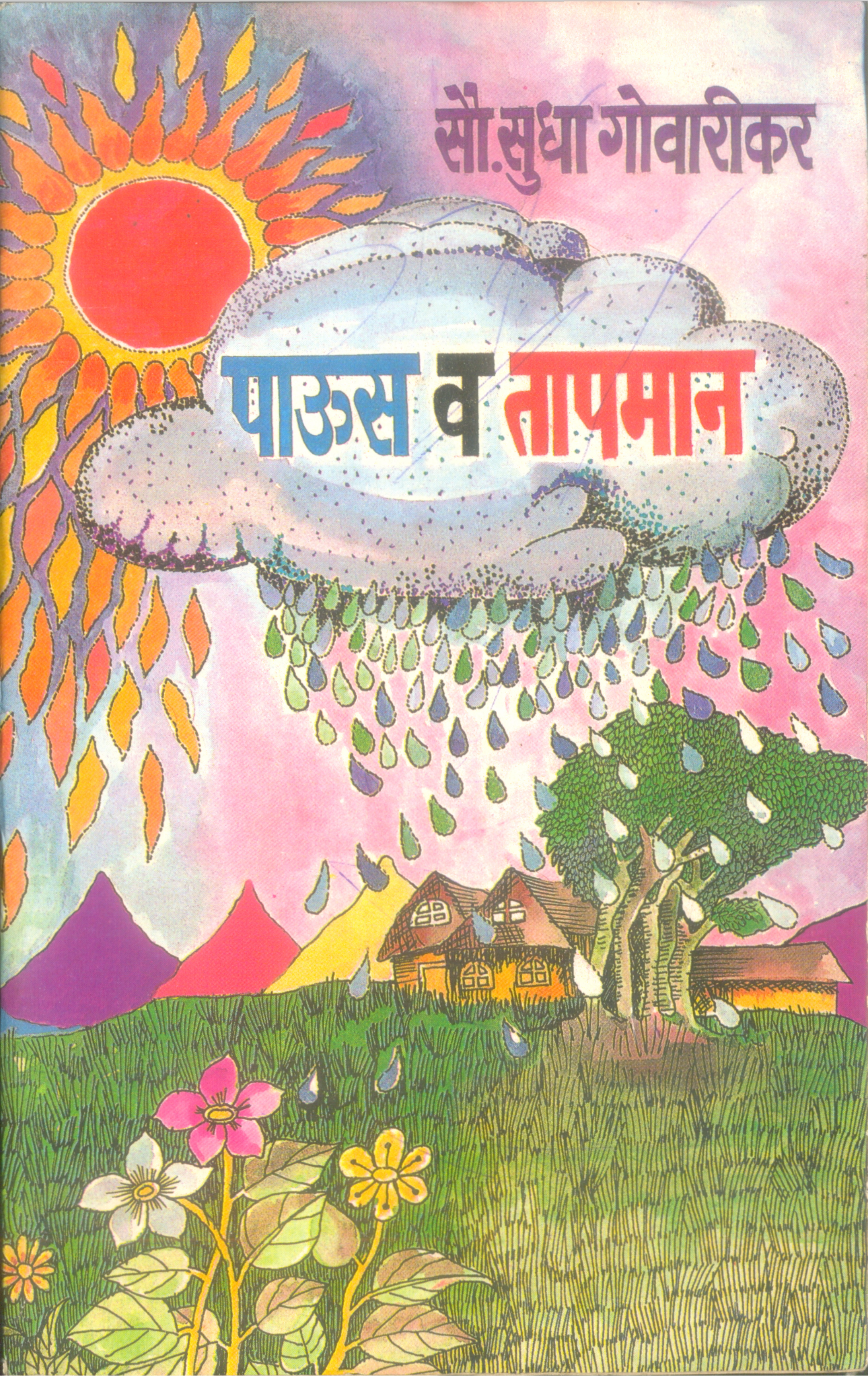

सौ. सुधा गोवारीकर
पाऊस व तापमान

(शालेय विद्यार्थ्यांसाठी)

पाऊस व तापमान

सौ. सुधा गोवारीकर

मनोविकास प्रकाशन

पाऊस व तापमान.

प्रकाशक :
अरविंद घ. पाटकर,
आमदार निवास आवार,
चर्चगेट,
मुंबई - ४०० ०३२

मुद्रक :
पॉप्युलर ऑफसेट प्रिंटर्स,
लोअर परेल, मुंबई : ४०० ०१६.

मुखपृष्ठ / आतील चित्रे
सतीश भावसार

टाइपसेटिंग :
ओंकार टाइपसेटर्स, ठाणे.

द्वितीय आवृत्ती : १९९७

माझ्या प्रिय
कांचन,
अमेय,
चंपक,
अबोली,
व
केदार
यांच्यासाठी

आधारभूत साहित्याची नोंद आणि आभार ....

हे पुस्तक लिहित असताना शंका निरसनाची गरज भासली. त्या शंकानिरसनाकरिता , आकृत्या व नकाशांकरिता 'भारतीय मौसम विज्ञान विभाग' आणि 'भारतीय सर्वेक्षण विभाग' यांच्या प्रकाशनांची व डॉ. पी. के. दास ह्यांच्या 'द मान्सून' या पुस्तकाचा मी आधार घेतला. या आधारभूत साहित्याच्या लेखकांची मी ऋणी आहे.

सौ. सुधा गोवारीकर
२ , लोदी इस्टेट,
नवी दिल्ली : ११० ००३.

एक

उन्हाळ्याच्या सुट्टीत कॉलनीतल्या मुलांनी वाचनालय सुरू करायचं ठरवलं होतं. त्याकरता त्यांची सभा भरली होती. वाचनालय समितीचा कल्पक होता विद्याधर. इतर मुलांच्या मानाने तो वयाने व शिक्षणाने बराच पुढे होता. स्वाभाविकच तो म्होरक्या बनला. अमित, आभा, इला आणि उत्तम हा उत्साही मुलांचा गट होता. आजची ही पहिली सभा अमितच्या घरी भरली होती. अमितचे आई व बाबा नाटकाला गेले असल्याने तेथे जाणे सोईचे होते. वाचनालयाकरता पुस्तके कशी मिळवावीत, ती कोणत्या प्रकारची असावीत, वर्गणी किती असावी आणि वाचनालयाला जागा कोठे मिळू शकेल, अशा सर्व मुद्यांवर चर्चा होत होती. कधी एकमत होत असे, तर कधी जितक्या व्यक्ती तितकी मते होत.

तेवढ्यात ढग गडगडू लागले, मागोमाग पावसाची सरही झडझडून आली. मातीचा सुगंध घरात शिरला. सर्वजण एकमताने म्हणाले, "वळवाचा पाऊस !"

इलाला आपल्या शेतकरी काकांच्या बोलण्याची आठवण झाली व ती म्हणाली,

"हा वळवाचा पाऊस येतोय चांगला, पण ह्यावर्षीचा पावसाळा कसा होणार आहे, देव जाणे !"

"आपल्याला का हो काळजी पडली आहे, आजीबाई ? पाऊस कसा होणार आहे ते लवकरच कळेल." उत्तम म्हणाला.

त्याने इलाचे समाधान झाले नाही. ती म्हणाली, "लवकरच कसे कळेल रे? आत्ता तर एप्रिल महिना आहे. पाऊस जूनमध्ये सुरू होईल. माझे काका शेती करतात त्यांना पावसाची नेहमीच चिंता असते."

"त्यांना पाऊस पडायला लागल्यावर कळून काय फायदा? पण एक आहे. आपल्या मौसम विभागातर्फे पावसासंबंधी काही अंदाज करतात. त्यात कदाचित माहिती कळेल." अमित म्हणाला.

"त्यांना तरी आधी कसे कळते?" इलाने विचारले.

"त्याचे एक शास्त्र असते. "उत्तमने सांगितले.

"शास्त्र? शास्त्र असते तर त्यांचे अंदाज चुकले नसते. शास्त्रीय सिद्धांत हे कोणत्याही परिस्थितीत आणि कोणत्याही वेळी अचूक असले पाहिजेत." अमित स्पष्टपणे म्हणाला.

इथे विद्याने बोलण्यात लक्ष घातले व म्हणाला,

"कोणतेही शास्त्र परिपूर्ण असत नाही . ते सतत वाढत असते. हवामानशास्त्र असेच आहे. नव्या संशोधनांची, नव्या निरीक्षणांची व माहितीची त्यात सतत भर पडत असते. १९८८ या वर्षी भारतीय मौसम विभागाने पावसाच्या पूर्वानुमानाकरता एक मॉडेल तयार केले. ते तयार करण्यात गेल्या कित्येक वर्षांच्या पावसाळ्यांचा त्यांनी अभ्यास केला. त्या त्या वेळची वातावरणातील परिस्थिती कशी होती, ह्यासंबंधीची नमूद करून ठेवलेली सर्व निरीक्षणे त्यांनी खोलवर तपासली. त्याच्यावरून आपल्या पावसाकरता कोणते घटक अनुकूल असावे लागतात व कोणते प्रतिकूल ठरतात, हे त्यांनी निश्चित केले. ह्या मॉडेलच्या आधारे गेली चार वर्षे पावसाचे अचुक पूर्वानुमान करण्यात आपले हवामानखाते यशस्वी झाले आहे. ह्या वर्षीही ते पावसासंबंधी पूर्वानुमान जाहीर करतील. मग इला, तुझ्या काकांची चिंता दूर होईल."

"पण पाऊस चांगला होईल असंच ते सांगतील का? कारण तसं सांगितलं, तरच काका निश्चिंत होतील ना?" इलाने विचारले.

विद्या म्हणाला, "शेतकऱ्यांना पाऊस चांगला होणार आहे असे कळले तर आनंद होईलच. पण इला, पाऊस कमी होणार आहे किंवा होणारच नाही,

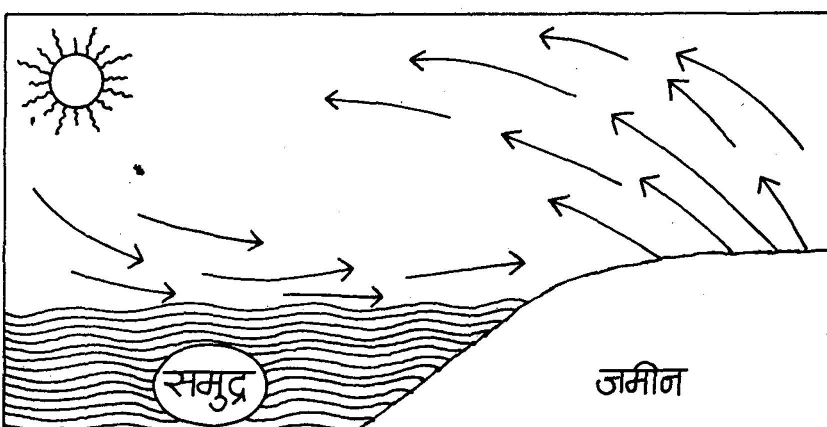
ही माहितीसुद्धा त्यांच्या दृष्टीने फार महत्त्वाची असते. कारण त्यानुसार त्यांना पेरण्या - नांगरण्याचे बेत आखता येतात."

इतका वेळ गप्प असलेली आभा सरसावून म्हणाली,

"बाष्पयुक्त वारे पाऊस पडण्यास कारणीभूत होतात, हे मला माहीत आहे. पण तसले वारे कुठून येतात व आपल्या देशावर पाऊस कसा पाडतात?"

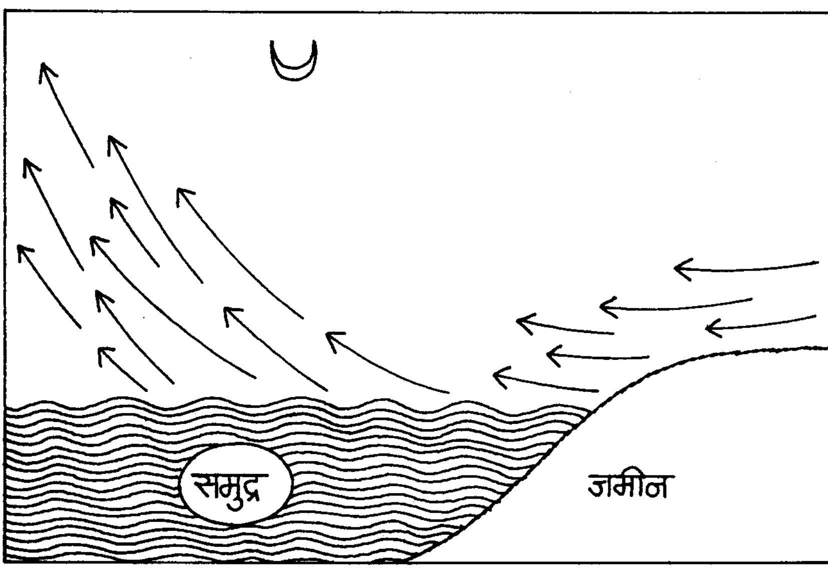
सगळी मुले उत्तराच्या अपेक्षेने विद्याकडे पाहू लागली. विद्याने उत्तर दिले

"आपल्या अवतीभोवती हवा पसरली आहे हे तुम्हाला माहीत आहे. हवा नाही अशी परिस्थिती निर्माण होत नाही एवढेच नाही, तर काही कारणाने एखाद्या ठिकाणावरची हवा विरळ झाली, तर इतर ठिकाणची हवा धावत येते व विरळ जागा भरून काढते. धावणाऱ्या हवेलाच आपण वारा म्हणतो ना? अशी परिस्थिती कशी निर्माण होते ते पाहू या. सूर्याची तळपती किरणे पृथ्वीवर पडतात, तेव्हा पृथ्वीवरच्या सर्व गोष्टी तापू लागतात. पण काही वस्तू झटकन गरम होतात, तर काही सावकाश. दुपारच्या वेळी जमिनीचे चटके पायांना बसतात, तेव्हा तलावातले पाणी थंड असते. म्हणून तर तुम्ही तलावात डुबक्या मारू शकता. थोडक्यात काय, जमीन लवकर गरम होते व पाणी तापायला वेळ लागतो."



दिवसात वाहाणारे खारे वारे

"जमीन गरम झाली की तिच्यावरची हवा गरम होते. गरम हवा हलकी झाल्याने वर वर चढू लागते. आणि मग जमिनीलगतचे वातावरण विरळ होते. तिची जागा घ्यायला दुसरीकडची हवा - म्हणजे तुलनेने थंड प्रदेशावरची - तेथे येते. हवेचे हे सत्र समुद्र किनाऱ्यावर दिवस रात्र अनुभवाला येते. दिवस वर आला की, जमीन तापते , तिच्यामुळे जमिनीवरची हवाही तापते , ती वर जाऊ लागते. तिच्या मानाने समुद्र थंड असल्याने तेथली हवाही थंड रहाते. ती थंड हवा जमिनीकडे वाहू लागते. त्यामुळे दुपारपासून समुद्रावरून वारा सतत जमिनीकडे वाहात रहातो. रात्र झाली की परिस्थिती पालटते. जमीन सूर्य मावळल्यानंतर झटपट थंड होऊन जाते. पण समुद्र अजून गरमच असतो. त्यामुळे त्याच्यावरची हवाही गरम होऊन वर जाऊ लागते. त्यावेळी जमिनीवरची हवा त्यामानाने थंड असते व आता ती समुद्राच्या बाजूला धाव घेऊ लागते."



रात्री वहाणारे मतलई वारे

"हेच का मान्सूनचे वारे ?" पाऊस आणणाऱ्या वाऱ्यांचे नाव आभाला आठवलं व तिने विचारलं.

विद्या म्हणाला, "नाही हे मान्सूनचे वारे नाहीत. ह्या वाऱ्यांना खारे आणि मतलई वारे म्हणतात. मान्सूनचे वारे अशाच प्रकारे तयार होतात. आणि दीर्घकाल वाहात रहातात."

"मान्सूनचे वारे कुठे आणि कसे तयार होतात ?" उत्तमने विचारले.

"पृथ्वीचा जो भाग सूर्यासमोर येतो त्याच्यावर सूर्याचे सरळ म्हणजे प्रखर किरण पडतात हे तुम्हाला माहीत आहे. उत्तर गोलार्धात उन्हाळा असतो , त्यावेळी मध्य आशियाच्या भूभागावर असे प्रखर किरण पडून तो भाग तापत रहातो. तापलेली जमीनही आपली उष्णता बाहेर फेकत रहाते त्यामुळे तेथली हवा तापत असते व वर चढत रहाते. आणि या प्रदेशावर कमी दाबाचा विशाल प्रदेश तयार होतो. या काळात दक्षिण गोलार्धात हिवाळा असतो. ह्या गोलार्धातील हिंदी महासागर आणि प्रशांत महासागर ह्या जलाशयांवर सूर्याचे तिरपे किंवा सौम्य किरण पडल्याने हे जलाशय बराच काळ(त्यामानाने) थंड रहातात व त्यांच्यावरची हवा मध्य आशियावर तयार झालेल्या कमी दाबाच्या बाजूला ओढली जाते. त्या हवेचा एक ओघच तयार होतो आणि जून ते सप्टेंबर या चार महिन्यांच्या काळात सतत मध्य आशियाकडे वाहत रहातो. त्या वाऱ्यांना उन्हाळी मान्सूनचे वारे म्हणतात."

इला अजून पावसाच्या विचारातच होती. तिने विचारले,

"ह्या वाऱ्यांमुळे आपल्याकडे पाऊस कसा पडतो ?"

"पाण्यावर सूर्याचे किरण पडले की ते गरम होते. या गरम पाण्याची वाफ होऊन हवेत मिसळते. ह्या क्रियेला म्हणतात "बाष्पीभवन." आणि ही बाष्पयुक्त हवा थंड झाली तर तिच्यातल्या वाफेचे पुन्हा पाण्यात रूपांत होते त्याला म्हणतात "घनीभवन." वातावरणात जेव्हा घनीभवन होते तेव्हा ते पाणी वरून जमिनीवर पडते, हाच पाऊस. जून ते सप्टेंबर या कालावधीत जलाशयांवरून आलेले वारे बाष्पयुक्त असतात. तेच भारतात पाऊस पाडतात."

"पण विद्या, दक्षिण गोलार्धातील जलाशय तर थंड असतात, मग तेथे बाष्पीभवन कसे होते ?" अमितने प्रश्न टाकला.

विद्याने उत्तर दिले, "उत्तर गोलार्धात उन्हाळा असतांना दक्षिण गोलार्धात सूर्याचे सौम्य किरण पडत असतात व तेथले जलाशय सावकाश तापत

असतात हे खरे आहे. पण याचा अर्थ असा नाही की ते अजिबात गरम होत नाहीत. तसेच पाणी गरम असले तर बाष्पीभवन जलद होते हेही खरे असले तरी वातावरणात पाण्याचे सतत बाष्पीभवन होत असते. त्याकरता पाणी गरमच असावे लागते असे नाही. आणि या सर्व चर्चेत गरम, थंड, कमी, अधिक, हे शब्द सापेक्ष आहेत हे लक्षात ठेवले पाहिजे."

"उन्हाळी मान्सूनचे वारे जेव्हा मध्य आशियाकडे वाहतात किंवा भारताकडे येतात तेव्हा ते अधिक उष्ण प्रदेशात येतात. मग त्यांचे घनीभवन कसे होते ?" आभाने विचारले.

"आधी एक साधं उदाहरण घेऊ या. हे बाष्पयुक्त वारे जेव्हा भारताच्या पश्चिम किनाऱ्यावरून भारतात प्रवेश करतात, तेव्हा सह्याद्रीचे कडे त्यांच्या मार्गात येतात. अडलेले हे वारे वर चढू लागतात, किंवा डोंगरांना वळसा घालू लागतात. वर चढलेले वारे थंड वातावरणात पोहोचतात व त्यातल्या वाफेचे घनीभवन होऊन पाऊस पडतो. घनीभवनाला आणखीही एक कारण असते. हवेची बाष्प सामावून घेण्याची विशिष्ठ क्षमता असते. त्या संतृप्त बिंदूंच्या वर बाष्पाचे प्रमाण वाढले की त्या बाष्पाचे पाण्यात रूपांतर होऊन जाते. त्या दोन्हीपैकी जेव्हा एकही परिस्थिती निर्माण होत नाही तेव्हा राजस्थानवरून बाष्पयुक्त वारे वाहूनही तेथे पाऊस पडत नाही."

"दरवर्षी उन्हाळा येतो म्हणजे मध्य आशियावर कमी दाबाचा प्रदेश निर्माण होत असणार आणि बाष्पयुक्त वाऱ्यांचा ओघही येत असणार. असे असतांना आपल्याकडे पावसाळा नियमितपणे का येत नाही ?" उत्तमने विचारले.

विद्याने जरा वेळ विचार केला आणि तो म्हणाला, "तुमची शाळा रोज भरते आणि तुम्ही आपली तयारी करून घरातून निघता. आणि असे असूनही काही वेळा तुम्ही शाळेत पोहोचत नाही, किंवा शाळेत पोहोचायला तुम्हाला उशीर होतो. याची काय काय कारणे असू शकतात ?

कधी बस ड्रायव्हरांचा संप असतो,

कधी तुमची बस नादुरुस्त होते व दुसरी बस मिळत नाही,

कधी दुसरी बस मिळाली, तर लांबचा वळसा घेऊन जाते,

कधी रस्ता दुरुस्तीचे कामे चालू असल्याने तुमच्या नेहमीच्या बसला लांबच्या रस्त्याने जावे लागते.

ह्या कारणांचा उगम कशात आहे, ते तपासलं तर असे आढळते :

बस ड्रायव्हरांचा पगार किंवा सवलतींबद्दल असंतोष,

बस वाहतूक व्यवस्थेची अकार्यक्षमता,

वाहतुकींकरता तितक्याच अंतराचे पर्यायी मार्ग न पुरवता नगरपालिका रस्ता दुरुस्तीचे कामे हातात घेते.

आता तुमचे शाळेत पोहोचणे व ह्या वरच्या गोष्टीत तसा संबंध दिसत नाही, पण तरी तुम्ही नियमित शाळेत पोहोचण्याकरता –

बस ड्रायव्हरचे समाधान,

बस यंत्रांची परिस्थिती चांगली असणे किंवा एक बस बंद पडल्यास दुसरी बस तयार ठेवण्याची तत्परता,

रस्त्यांची भक्कम परिस्थिती किंवा नादुरुस्त रस्त्याला; पर्यायी तितक्याच लांबीचा मार्ग पुरवण्याची महानगरपालिकेची क्षमता, ह्या गोष्टी अनुकूल असाव्या लागतात.

तसेच आपल्या पावसाळ्याचे आहे. त्याच्याकरता अनेक नैसर्गिक घडामोडी जबाबदार असतात. ह्या घडामोडी सतत चालू असतात आणि त्या जगातल्या कुठल्याही कोपऱ्यात घडू शकतात. अशा भारतीय पावसाला जबाबदार घटना कोणत्या आहेत ते अचूकपणे हेरून त्यांच्यावर सतत नजर ठेवण्याचे काम मौसम विभागांच्या वेधशाळांना करावे लागते. गेली शंभर वर्षे मौसम विभाग त्या प्रयत्नात आहे."

"भारतीय मौसम विभागाने पावसाच्या पूर्वानुमानाकरता एक मॉडेल बनवलं आहे, असं तू म्हणालास, त्या मॉडेलमध्ये पावसाला जबाबदार अशा सर्व कारणांचा समावेश आहे का?" इलाने विचारले.

आभा पटकन म्हणाली, "असणारच. त्याशिवाय त्यांचे अंदाज बरोबर आले नसते."

इला म्हणाली, "तेही खरं आहे. पण विद्या, हे मॉडेल आहे तरी कसं?"

आपल्या पावसाळ्याला कारणीभूत होणाऱ्या घटना शोधून काढण्याचा

प्रयत्न कित्येक वर्षे चालेला आहे. अशा सिद्ध झालेल्या घटनांचा अभ्यास करून आपल्या तज्ज्ञांनी १६ प्राचले निश्चित केली. ही प्राचले बारकाईने निरीक्षण करून अनुकूल आहेत की प्रतिकूल आहेत त्याचा अभ्यास होतो. शेवटी सर्व घटनांचा एकत्रित विचार करून पावसाचे पूर्वानुमान केले जाते. ह्या सर्व कारणीभूत घटना नैसर्गिक आहेत. त्या आपापल्या क्रमाने घडत जातात. ह्या सर्व घटना पूर्ण होण्याकरता मे महिना उजाडावा लागतो. म्हणूनच पावसाचा अंदाज आपल्याला मे महिन्याच्या तिसऱ्या आठवड्यात कळतो."

"प्राचल हा शब्द नवीनच आहे. त्याचा अर्थ काय?" अमितने विचारले.

आभानेही विचारले, **"प्राचल म्हणजे काय?"**

माझ्या वाचण्यात कुठेतरी हा शब्द आलाय. पण त्याचा अर्थ मलाही माहीत नाही. कुठे वाचला हेही मला पक्कं आठवत नाही."

"शब्दकोशातला 'प्राचल' याचा अर्थ आहे 'चल परिमाण.' पण तसं म्हटलं की, आपण एका शब्दावरून दुसऱ्या शब्दावर जातो इतकंच. बोध काहीच होत नाही. त्याकरता तुमच्या शाळेत पोहोचण्याचेच उदाहरण घेऊ या. आपण पाहिले की, तुमच्या शाळेत पोहोचण्याकरता अमुक इतक्या गोष्टी अनुकूल असाव्या लागतात. तेव्हा तुमच्या शाळेत जाण्याची ती झाली प्राचले. ती कधी अनुकूल असतात तर कधी प्रतिकूल असतात. म्हणजे ती 'चल' किंवा 'अस्थिर' असतात. त्यांच्या अनुकूलतेवरून तुमच्या शाळेत पोहोचणे अवलंबून असते म्हणून ती झाली 'परिमाणे.'

"पावसाच्या पूर्वानुमानाकरता आवश्यक प्राचले कशा प्रकारची आहेत?" इलाने विचारले.

"ही प्राचले वारा, दाब, तापमान आणि बर्फाच्छादन या चार घडामोडींशी संबंधित आहेत" विद्याने सांगितले.

"वाऱ्यांशी संबंधित प्राचले म्हणजे मान्सूनच्या वाऱ्यांशी ना?" उत्तमने खात्रीपूर्वक विचारले.

मान्सूनचे वारे हे पावसाचे तत्कालिक कारण आहे. पण पावसाच्या पूर्वानुमानाकरता इतर वाऱ्यांचे निरीक्षण करणे जरूरीचे असते." विद्याने उत्तर

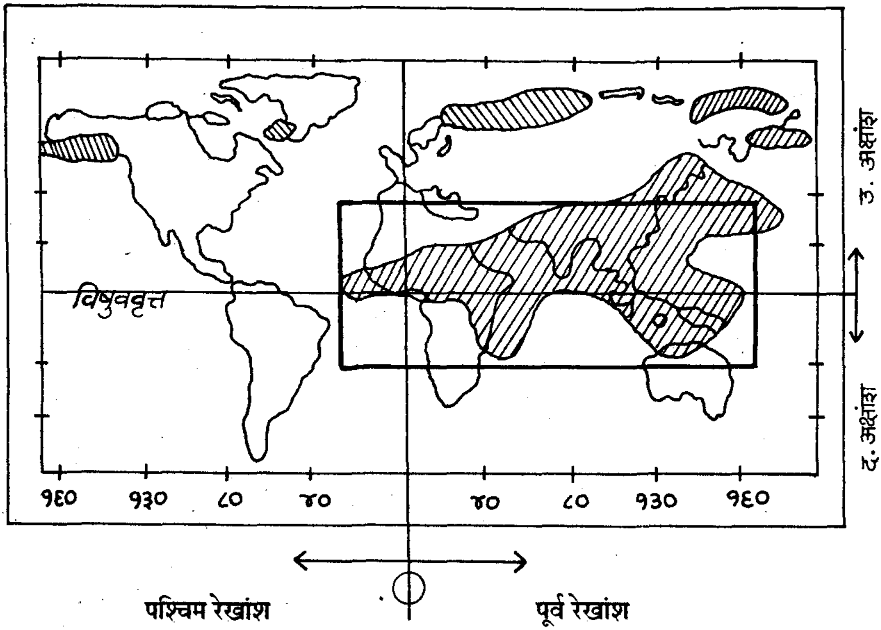
दिले.

"इतर वारे म्हणजे खारे, मतलई की व्यापारी वारे ?" उत्तमने पुन्हा विचारले.

"उत्तम, खारे आणि मतलई वारे फार लहान प्रदेशापुरते आणि थोड्या कालावधीपुरते असतात. त्यांचा तेवढ्या प्रदेशावर प्रभाव असला तरी पावसाळ्याच्या अंदाजाकरता त्यांना विचारात घेण्याचे कारण असत नाही. तसेच हे सर्व वारे वातावरणाच्या खालच्या थरातून वाहात असतात. पृथ्वीवरच्या वातावरणात एकावेळी निरनिराळ्या उंचीवरून वारे वाहात असतात. त्यांचे वेग व दिशा एकमेकांपेक्षा अगदी वेगळी असू शकते. शेतकरी किंवा मासे पकडणारे कोळी यांना प्रादेशिक वाऱ्यांची ओळख असते. त्याबाबत त्यांचे काही आडाखे असतात. तर, पूर्वी शिडाची जहाजे घेऊन जाणारे खलाशी जागतिक पातळीवरच्या वाऱ्यांना जाणत असत. अशा व्यापारी जहाजांना उपयोगी पडणाऱ्या वाऱ्यांनाच तर व्यापारी वारे असे नाव पडले. पावसाचा वेध घेणाऱ्या तज्ज्ञांना वातावरणांतील वेगवेगळ्या उंचीवरून वाहणाऱ्या वाऱ्यांचा अभ्यास करून त्यांची नोंद ठेवावी लागते."

"मान्सूनचा पाऊस भारताखेरीज आणखी कुठे कुठे होतो ?" इलाने विचारले.

"ज्या प्रदेशात सागर आणि भूभाग ह्यांच्या तापमानातील तफावत तीव्र आणि सातत्याने आढळते त्याच प्रदेशात मान्सूनचे वारे तयार होतात. याच कारणाने मान्सूनचे वारे उष्ण कटिबंधात तयार होतात. अगदी ढोबळ मानाने सांगायचे झाल्यास, "पृथ्वीवर ज्या प्रदेशात थंड गोलार्धातून तप्त गोलार्धात मोठ्या प्रमाणावर हवेची रवानगी होत असते ते प्रदेश मान्सूनच्या टापूत येतात." मान्सूनचे वारे जून ते सप्टेंबर महिन्यात उत्तर गोलार्धात येतात आणि त्या वाऱ्यांपासून पूर्व पाकिस्तान, भारत, श्रीलंका, म्यानमार, थायलंड, व्हिएतनाम, मलेशिया या देशांत पाऊस पडतो. ऑक्टोबर नोव्हेंबर पासून मान्सूनचे वारे दक्षिण गोलार्धात वाहात जातात. त्यांच्यापासून चीन, जपान, कोरिया आणि भारतातील तामीळनाडू, आंध्र येथे पाऊस पडतो. आफ्रिकेचे पूर्व व पश्चिम भाग, उत्तर ऑस्ट्रेलिया येथेही मान्सून वाऱ्यांमुळे पाऊस होतो.



मान्सूनच्या टापूत येणारे क्षेत्र

मान्सूनचा पाऊस हा त्या त्या देशांतील इतकी महत्त्वाची घटना ठरते की पावसाळा हा स्वतंत्र ऋतू मानला जातो."

"**हिवाळ्यातही मान्सूनचा पाऊस पडतो ?**" इलाने प्रश्न टाकला.

"आपल्याला फक्त जून - सप्टेंबर मधला पावसाळाच परिचित असतो. याचे एक कारण, तो पावसाळा दीर्घकालीन आणि प्रकर्षाने जाणवणारा असतो. पण हिंदी महासागर व प्रशांत महासागरावरून आलेले वारे परत दक्षिण गोलार्धात जातात, तेच हिवाळ्यातला पाऊस पाडतात. भारतात तामीळनाडूमधील ५० टक्के पाऊस त्याच वाळवंटात होतो. एवढेच काय, पण हे वारे केरळमध्येही आठवडा - दोन आठवडे पाऊस आणतात. तामीळनाडूमधली शेती ह्या पावसावर अधिक अवलंबून असते.

शेतीवरून पुन्हा आपण पावसाच्या पूर्वानुमानाकडे येतो. असे पूर्वानुमान आपल्या शेतकऱ्यांच्या दृष्टीने महत्त्वाचे असून आपल्या अन्नधान्याच्या

समस्येकरता ते अत्यंत आवश्यक असते. त्याकरता भारतीय मौसम विभाग सतत प्रयत्नशील असतो. आणि आता त्यांनी शोधलेल्या नव्या मॉडेलच्या आधारे असे अंदाज अचूक असतात, याची खात्री वाटू लागली आहे. १९८८ सालापासून त्यांनी अचूक पूर्वानुमाने केलेली आहेत."

"ह्या वर्षीचे पावसाचे पूर्वानुमान ते केव्हा सांगतील ?" इलाला पुन्हा आपल्या शेतकरी काकांची आठवण झाली.

विद्या म्हणाला, "मे महिन्यात त्यांना सर्व प्राचले अवगत होतात. त्यांचा एकत्रित विचार करून ते येणाऱ्या पावसाचे चित्र आपल्यापुढे ठेवतात. पण त्यापूर्वी काही महत्त्वाच्या प्राचलांच्या आधारे ते थोडीफार रूपरेषा सांगू शकतात. यावर्षी आत्तापर्यंत त्यांनी जे सांगितलं आहे, ते फारसं आशादायी नाही आहे. पुढच्या महिन्यात काय सांगतील ते बघू या."

तेवढ्यात बाहेरचं दार उघडून अमितचे आई व बाबा घरात शिरले. त्यांच्या स्कूटरचा आवाज कुणी ऐकला नव्हता. मुलांचे गंभीर चेहरे पाहून बाबा म्हणाले, "वाचनालय ही इतकी गंभीर गोष्ट असते याची मला कल्पना नव्हती."

ते ऐकून सगळ्यांना वाचनालयाची आठवण झाली व हसू आलं. विद्या उठला आणि म्हणाला,

"मी निघतो. पुढची सभा केव्हा घ्यायची ते ठरवून मला कळवा. त्यावेळी मी काही चित्रे - नकाशे मिळाल्यास आणेन."

अमितचे बाबा म्हणाले, "अरे हो. तुमच्यासाठी एक चांगली बातमी आहे. नाटकाला आपल्या कॉलनीतले दाजी भेटले. त्यांना तुमची 'सुट्टीपुरते वाचनालय' ही कल्पना आवडली. त्या कालावधीत वाचनालयाकरता ते त्यांचं गॅरेज तुम्हाला वापरायला देणार आहेत."

ते ऐकून अमित आणि उत्तम उभे राहिले व त्यांनी एकमेकांना टाळ्या दिल्या. आभा व इलाही त्यात सामील झाल्या. पण पोटांतल्या कावळ्यांनीही गोंगाट सुरू केला होता. पाऊसही थांबला होता. सर्वजण आपापल्या घरी जायला निघाले.

◆ ◆ ◆

दोन

आभा आणि उत्तम सायकली बाहेरच्या भिंतीला लावून दाजींच्या घरात शिरले. आरामखुर्चीत बसून दाजी वाचत होते. मुलांना पाहून ते म्हणाले, "या... या... वाचनालय समितीचे स्वागत असो. मी गॅरेज साफ करून घेतलं आहे. आत एक जुनं टेबल आणि कपाट आहे. तुम्हाला त्याचा उपयोग असेल तर वापरा, नाही तर पडू द्या कोपऱ्यांत." एवढे म्हणून ते आत गेले व गॅरेजच्या किल्ल्या आणून त्यांनी आभाच्या हातात दिल्या. आभा व उत्तम गॅरेज उघडून आत गेले. दिलेल्या जागेचा आपल्याला कसा उपयोग करून घेता येईल याचा आढावा घेऊ लागले. टेबल आणि कपाट ह्या वस्तू तर उपयोगी पडतीलच पण तेथे असलेली लाकडी खोकीसुद्धा कामी येतील असे त्या दोघांनी ठरवले.

तेवढ्यात इला आत आली व म्हणाली, "छान आहे की हे गॅरेज. मला वाटलं होतं इथे अंधार असेल. पण इथे उजेडही आहे आणि गॅरेज स्वच्छही आहे. पण सुट्टीत दाजी आपली गाडी कुठे ठेवतील?"

आत येता येता अमितने सांगितले, "मी आत्ता दाजींना हाच प्रश्न विचारला. त्यांनी सांगितले की, गाडी दिवसभर रस्त्यावर ठेवतील, रात्री मात्र आत आणतील. तेव्हा रोज संध्याकाळी आपल्याला वाचनालयाची घडी करून ठेवावी लागणार आहे."

"आज आपण बसायचं कुठे? की आजची सभा उभ्यानेच घेऊया?" इलाने शंका काढली.

आभाने उत्तर दिले, "कपाटात एक सतरंजी आहे ती घालू या खाली."

इला आणि उत्तम सतरंजी अंथरू लागले. आभा गॅरेजच्या भिंती तपासू लागली. अमित गॅरेजमध्ये आणखी काय काय सामान आहे हे बघू लागला. त्याला दोन तीन खोकी दिसली. ती उपडी टाकून त्याने बसण्याकरता सज्ज केली.

विद्या आपल्या एका मित्राला घेऊन आला. दोघांच्या हातात बरीचशी चित्रे व नकाशे होते. त्याने आपल्या मित्राची ओळख करून दिली. "हा वेधशाळेत काम करतो. त्याने आपल्याकरता बरीच चित्रे आणि नकाशे आणले आहेत." आपल्या मित्राकडे बघून तो म्हणाला,

"या मुलांना इतक्या शंका आहेत की, त्यांच्या प्रश्नांना आज तूच तोंड दे. तसेच उत्तमला वाऱ्यांबद्दल काही विचारायचे आहे."

आणि उत्तमकडे पाहून तो म्हणाला, "हं उत्तम, विचार तुझे प्रश्न !"

" वारे कोणकोणत्या प्रकारचे असतात ? आणि पावसाच्या पूर्वानुमानाकरता त्यातल्या कोणत्या वाऱ्यांचे निरीक्षण करावे लागते ?"

गेल्या वेळी त्याच्या मनाचे समाधान झाले नव्हते. तेव्हा आज काही झालं तरी वाऱ्यांबद्दलची माहिती विचारून घ्यायची अशा तयारीनेच तो आला होता.

मित्राने उत्तर दिले,

पावसाच्या पूर्वानुमानाकरतां,

१. ५० मिलीबार (किंवा एच. पीए.) हिवाळ्यांतल्या वाऱ्यांचे ;

२. १० मिलीबार (किंवा एच. पीए) जानेवारीतील उष्ण कटिबंधीय वाऱ्यांचे ; आणि

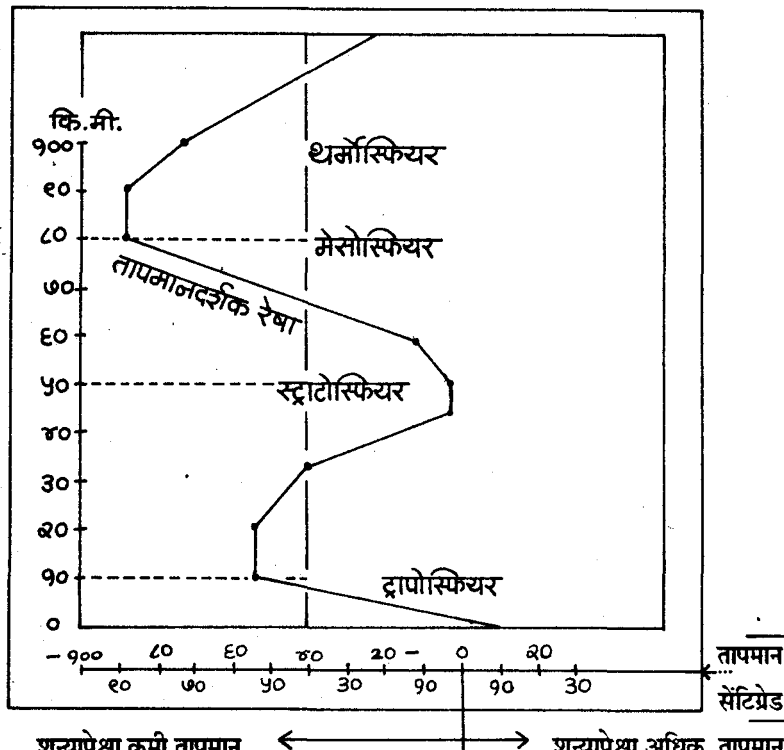
३. ५०० मिलीबार (किंवा एच. पीए) एप्रिलमधल्या वाऱ्यांचे निरीक्षण करावे लागते.

"हे उत्तर आहे की कोडं ?" आभाने विचारले.

"हे उत्तरच आहे , आभा. मिलीबार म्हणजे काय हे समजलं , की तुला उत्तराचा बोध होईल." असे म्हणून त्याने आपल्या जवळच्या चित्रांतले एक चित्र बाहेर काढले. सेलोटेपने ते चित्र त्याने भिंतीवर लावले , व सांगू लागला.

"पृथ्वीवर कित्येक किलोमीटरपर्यंत वातावरण पसरलं आहे. पृथ्वीवर त्याचा दाब पडतो. सर्वात जास्त दाब अर्थातच समुद्रसपाटीवरच्या प्रदेशावर

असतो. त्या प्रदेशावर १५ अंश सेल्सियस तापमान असताना १००० मिलीबार इतका दाब असतो. समुद्रसपाटीपासून दर हजार मीटर उंचीवर हा दाब सुमारे एक दशांशाने कमी होत जातो. हवेचा दाब मोजण्याच्या उपकरणाला बॅरोमीटर म्हणतात. एखाद्या ठिकाणच्या दाबावरून त्या ठिकाणची (समुद्रसपाटी-पासूनची) उंची शोधता येते. आता '१० मिलीबार जानेवारीतले उष्णकटिबंधावरचे वारे' असे जेव्हा म्हणतात त्याचा अर्थ 'उष्ण कटिबंधात १० मिलीबार दाब असलेल्या वातावरणाच्या थरांतले वारे' असा होतो. आता ते कोडं नाही ना वाटत ?"



आभाने नकारार्थी मान डोलावली. मित्र पुढे म्हणाला,

"अभ्यासाकरता वैज्ञानिकांनी वातावरणाचे विभाग पाडले आहेत. वैज्ञानिकांनी विभाग पाडले म्हणण्याऐवजी त्यांनी वातावरणाचे विभाग

ओळखले आहेत , असं म्हणणे अधिक बरोबर ठरेल. जमिनीपासून पहिला विभाग आहे ट्रापोस्फियर. हा ढोबळमानाने १० कि. मी. उंचीपर्यंत असतो. पण अक्षांश वाढले की त्यामानाने ट्रापोस्फियरची उंची कमी होताना आढळते. ध्रुवांवर ती ६ कि. मी. इतकी तर विषुववृत्तावर ती १८ कि. मी. असते. भारतावर ११ कि. मी. पर्यंत ट्रापोस्फियर पसरले आहे. ट्रापोस्फियरमध्ये उंची व तापमान यांचे एकमेकांशी व्यस्त प्रमाण असते. म्हणजे उंची वाढली की तापमान कमी होते."

अमितने मध्येच विचारले , " **हे वातावरणाचे विभाग कशाच्या आधारावर पडतात ?"**

"त्यांना थर्मल झोन म्हणतात. म्हणजे ते तापमानाशी संबंधित आहेत. ट्रापोस्फियर नंतर येतो 'स्ट्रॅटोस्फियर.' यात उंचीबरोबर तापमान वाढते तरी किंवा अचल तरी राहते. स्ट्रॅटोस्फियर जमिनीपासून सुमारे ५० कि. मी. पर्यंत असतो. ५० ते ८५ कि. मी. या क्षेत्रात मेसोस्फियरचा थर असतो. येथे उंची वाढली की तापमान कमी होते. ह्या थरात आयोनाइझ्ड कणांमध्ये प्रकाश रासायनिक क्रिया (फोटो केमिकल क्रिया) मोठ्या प्रमाणावर चालू असते. त्याच्यावरच्या वातावरणाच्या थराला थर्मोस्फियर म्हणतात. या थरात जशी उंची वाढते तसे तापमान वाढते."

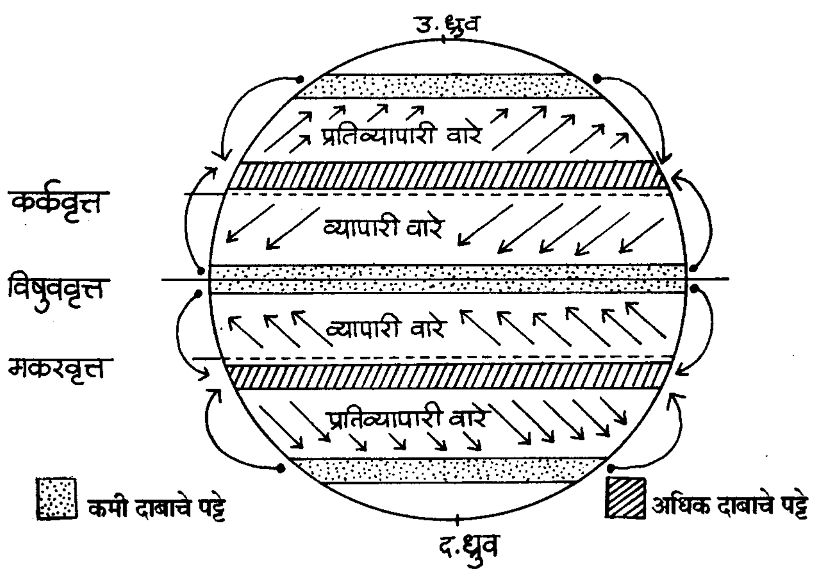
"ट्रापोस्फियरची उंची पृथ्वीवर ठिकठिकाणी बदलते. पण उंची वाढली की तापमान कमी होते हा नियम ह्या थरात कायम असतो का ?" अमितने विचारले .

ट्रापोस्फियरमध्ये हा नियम बहुतांशी सर्वत्र आढळून येतो. पण काही ठिकाणी काही वेळा अपवादात्मक स्थिती निर्माण होते. त्यांतील एक ठिकाण आहे तिबेटचे पठार आणि दुसरे आहे राजस्थानचे वाळवंट. तिबेटचे पठार समुद्रसपाटीपासून साधारण चार ते साडेचार कि. मी. इतके उंच आहे. एप्रिल व मे या मान्सूनपूर्वीच्या महिन्यांत तिथे तापमान अतिशय वाढते. ते दक्षिण भारतावरील कटिबंधीय तापमानाहूनही अधिक होते. तिबेटचे पठार हे मान्सूनच्या पावसाच्या दृष्टीने एक महत्त्वाचे ठिकाण आहे. त्याची विस्तृत माहिती मी त्या संदर्भात सांगेनच. राजस्थानवर काय होत असते पहा. सूर्याचे

प्रारण होते व त्याने राजस्थानचा भूभाग तापतो. हा तापलेला भूभागही प्रारण करू लागतो आणि आपली उष्णता बाहेर फेकू लागतो. या प्रारणामुळे ह्या भूभागावरची हवा तापते. जून महिन्यामध्ये जमिनीने केलेल्या प्रारणामुळे तेथल्या वातावरणाला एक चौरस मीटरवर १६० वॉट इतकी उष्णता मिळत रहाते. आपल्यातील उष्णता बाहेर टाकल्यामुळे जमीन (त्यामानाने) थंड होते. आणि राजस्थानच्या वाळवंटावरच्या हवेत प्रचंड प्रमाणात धूळ सामावलेली असते. हा धुळीचा थर ७ कि. मी. पेक्षाही उंचीवर पोहोचलेला असतो. जमिनीने फेकलेली उष्णता खालून त्या धुळीच्या थराला तापवते आणि वरच्या बाजूने सूर्याचे प्रारण त्याला तापवत असते. ह्या परिस्थितीमुळे राजस्थानमधील जमिनीवरचे तापमान त्या काळात जेवढे असते त्यापेक्षा दीड कि. मी. उंचीवर तापमान अधिक असते."

"अशा या अपवादात्मक परिस्थितीचा परिणाम काय होतो ?" अमितची उत्सुकता शिगेला पोहोचली

"मान्सूनच्या बाष्पयुक्त वाऱ्यांची सातत्याने भारतावर आवक होत राहण्याकरता ही परिस्थिती फार उपयोगी पडते. त्या काळात ईशान्य भारत नेहमीपेक्षा अधिक गरम होणे आणि वायव्य भारत नेहमीपेक्षा कमी गरम असणे



हे फार सोईस्कर ठरते."

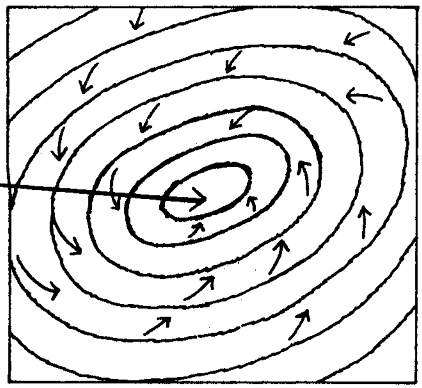
"वातावरणाची रचना बघतांना माझा वाऱ्यांबद्दलचा प्रश्न मागे राहिला आहे." उत्तमने आपली तक्रार नोंदवली.

"मागे राहिला तरी मी विसरलो नाही. पाऊस , मान्सून यांची चर्चा करतांना वाऱ्यांना विसरून चालणार नाही. वाऱ्यांचे पुष्कळ प्रकार आहेत. सागरी प्रवाह तुम्हाला माहीत आहेत ना? वाऱ्यांचेही तसेच ठराविक प्रवाह असतात. आपण वातावरणाचे थर पाहिले. एकाच वेळी वेगळ्या थरांतून वेगवेगळ्या दिशेने वारे वहात असतात. काही वारे तत्कालिक कारणांनी तेवढ्यापुरतेच वाहातात. तर काही वर्षांतल्या ठराविक वेळेंत ठराविक स्थळां-वरून वाहतात. जसे मान्सूनचे वारे. ह्यांना नियतकालिक वारे म्हणतात. खारे व मतलई वारेही याच वर्गात येतात. काही वारे वर्षभर नित्य वाहतात. कर्क व मकरवृत्तांच्या आसपासच्या पट्ट्यात अधिक दाबाचा प्रदेश असतो. तेथून ईशान्य आणि आग्नेय वारे विषुवृत्तावरील कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे वाहत असतात. ते वर्षभर वाहणारे असतात. त्यांना व्यापारी वारे म्हणतात. त्याच कर्क व मकरवृत्तांच्या जवळील अधिक दाबाच्या प्रदेशांतून काही वारे नित्यपणे ६०° अक्षांशांपर्यंत वाहत रहातात. त्यांना प्रतिव्यापारी वारे म्हणतात. हेही नित्य वारेच आहेत.

तात्कालिक कारणांनी जे वारे वाहातात त्यांना अनियमित वारे म्हणतात. अशा या अनियमित वाऱ्यांत आवर्त व प्रत्यावर्त वारे असतात. एखाद्या प्रदेशाच्या मध्यभागांत काही कारणाने कमी दाबाचा प्रदेश निर्माण होतो. त्यामुळे सभोवतालच्या प्रदेशांतून वारे मध्यभागाकडे येऊ लागतात. ते चक्राकार घेत, घड्याळाच्या विरुद्ध दिशेने मध्यभागाकडे वाहत जातात. मध्य बिंदूकडे येत असल्याने या वाऱ्यांबरोबर मेघ एकवटतात व पाऊस पडतो. आवर्त वाऱ्यांमुळे मोठाली वादळे निर्माण होतात. बंगालच्या उपसागरांना असली आवर्ती वाऱ्यांची वादळे दरवर्षी थैमान घालतात. प्रत्यावर्ती वारे हेही अनियमित व तत्कालिक कारणांमुळे निर्माण होतात.

एखाद्या कमी दाबाच्या प्रदेशात मध्यभागी दाब वाढतो. आणि त्यामुळे मध्यभागांतून वारे सभोवार वाहू लागतात, हे वारे वर्तुळाकार आणि

घड्याळाच्या दिशेने वाहतात. आवर्त व प्रत्यावर्त वारे हे चक्राकार असले तरी उत्तर व दक्षिण गोलार्धात ते एकमेकांविरुद्ध दिशेने वाहतात. वर सांगितलेली दिशा उत्तर गोलार्धातली आहे. आवर्त वारे द. गोलार्धात घड्यांळाच्या दिशेने तर प्रत्यावर्ती वारे त्याच्या उलट दिशेने वाहतात."



आवर्त वारे (हे चित्र उत्तर गोलार्धातील आहे.)

"सागरी प्रवाहांसारखे वाऱ्यांचे प्रवाह म्हणजे हेच का ?" उत्तमचे आता पुष्कळच समाधान झाले होते, तरी प्रवाहांची कल्पना स्पष्ट होत नव्हती.

मित्र म्हणाला, "मान्सून किंवा व्यापारी वारे हे वाऱ्यांचे प्रवाह आहेत. पण त्यांच्याखेरीज अनेक प्रकारचे वारे - प्रवाह या वातावरणात आहेत. ह्यांत आपल्या भारतावरून वाहणाऱ्या किंवा आसपास असलेल्या वाऱ्यांची आपण ओळख करून घेऊ"

"मे महिन्याच्या शेवटी शेवटी उत्तर भारतावरून वाऱ्याचा एक चिंचोळा झोत पश्चिमेकडून पूर्वेकडे वाहत असतो. त्याला "उपखंडीय पश्चिमी झोत" म्हणतात. साधारण ७ ते ८ कि. मी. उंचीवरून वाहताना हा वेगवान असतो. साधारणतः पावसाळ्याच्या सुरुवातीला ह्याचा जोर एकाएकी कमी होतो आणि तो आपली दिशाही बदलतो. आपला मोहरा हिमालयाच्या उत्तरेकडे वळवून तो तिकडेच वाहू लागतो. साधारण सप्टेंबर - ऑक्टोबर यांच्या मध्यात, पाऊस

भारतातून आपला गाशा गुंडाळू लागतो. त्या सुमाराला हा झोत पुन्हा दक्षिणेला सरकतो व ऑक्टोबरमध्ये हिमालयाच्या दक्षिण बाजूने उत्तर भारतावरून पूर्ववत वाहू लागतो."

"दक्षिण भारतावरून असला एखादा झोत वाहातो का ?" इलाने प्रश्न विचारला.

"हो. पश्चिमी झोत ज्या सुमाराला उत्तर भारतावरून वाहात असतो. तेव्हा दक्षिण भारतावरून ८ ते ९ कि. मी. उंचीवरून एक वाऱ्याचा झोत पूर्वेकडून पश्चिमेकडे वाहत असतो. हा "पूर्वी झोत" १ जून पासून सप्टेंबरपर्यंत वाहत असतो पण सतत मोहरा वळवत राहातो, कधी उत्तरेकडे तर कधी दक्षिणेकडे. ऑक्टोबर महिना सुरू होण्याच्या सुमारास हा झोत एकाएकी नाहीसा होतो.

वाऱ्यांचे इतके प्रकार असतात हे ऐकून आभा हैराण झाली होती. तिने विचारले, **"आणखी काही वारे आहेत कां, आपल्या देशाच्या आस-पास ?"**

"तुमच्या लक्षात आलं असेल की काही वाऱ्यांना मी प्रवाह तर काहींना मी झोत म्हणतो ? त्या त्या वाऱ्यांच्या गुणधर्माप्रमाणेच त्यांना नाव दिले पाहिजे ना ! आता मी तुम्हाला जे सांगणार आहे, त्यांना हवेच्या हालचाली म्हणता येईल. "

"उष्णता ग्रहण करण्याची प्रत्येक वस्तूची क्षमता वेगवेगळी असते. घन पदार्थ तापतात तेव्हा त्यांच्यापासून उष्णता क्रमाक्रमाने वाहत जाते. पण द्रव किंवा वायू तापतात तेव्हा त्यांच्यातले कण हालचाल करू लागतात. त्या हालचालीत एक ठराविक दिशा असते. कण तापले की ते वर वर जाऊ लागतात. वर पोहोचले की त्यांचे अपसरण होते व ते दूर जाऊ लागतात आणि दूर गेल्यावर ते पुन्हा खाली येतात. कारंज्यात पाण्याची कशी दिशा असते तशीच. हॅडले व वॉकर हे दोन प्रसिद्ध शास्त्रज्ञ होते. त्यांनी निसर्गातील अनेक घडामोडींचे निरीक्षण करून त्यांचा अर्थ लावण्याचा प्रयत्न केला. वातावरणात होणारी हवेची ठराविक हालचाल त्यांनी हेरली व त्यांचे अनेक आकृतिबंध (पॅटर्न) कसे होतात ते दाखवून दिले. त्या आकृतीबंधांना हॅडले सेल आणि वॉकर सेल अशीच नावे पडली आहेत.

“ते आकृतीबंध कुठे व कसे वाहत असतात ?” आभाने विचारले.

“भारतावरचे हॅडले सेलचे चित्र काढले तर ते शंकरपाळ्यासारखे दिसेल. एप्रिल व मे महिन्यात तिबेटच्या आग्नेय भागात वादळे होत असतात. त्यांचा परिणाम होऊन तिबेटमध्ये प्रचंड उष्णता निर्माण होते. इतकी की, तिबेटचे पठार म्हणजे ४ कि. मी. उंचीवरचे उष्णतेचे आगरच बनते. हवा उष्ण झाल्याने ती स्वाभाविकपणे वर चढू लागते. पण त्याचवेळी तिबेटपासून २ कि. मी. उंचीवरच्या वातावरणांत प्रत्यावर्ती वारे वाहत असतात. त्यांच्यामुळे वर चढणारी उष्ण हवा खाली ढकलली जाते. खाली ती फक्त दक्षिणेलाच येऊ शकते कारण उत्तरेला हिमालयाकडे तिला अडवतात.

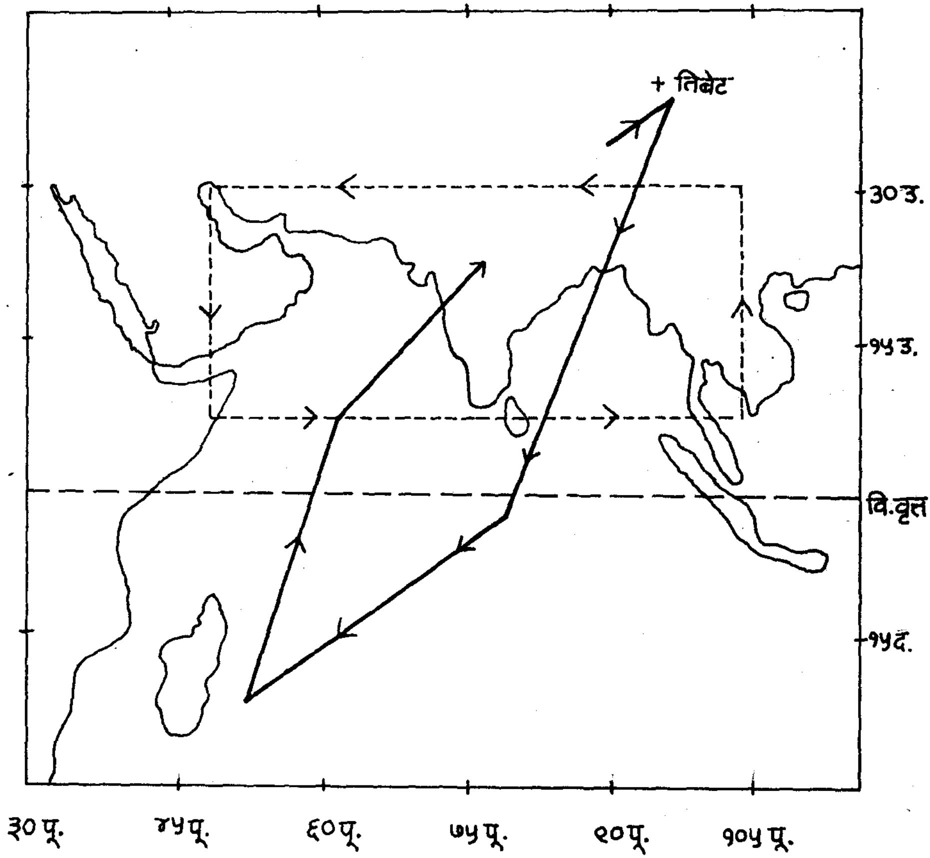
अशा रितीने ही खाली आलेली उष्ण हवा दक्षिणेला जात जात अरबी समुद्रावरून थेट विषुववृत्ताच्याही दक्षिणेला येऊन पोहोचते. विषुववृत्तावर आल्यावर तिची दिशा पृथ्वीच्या परिवलनामुळे बदलते व ती मादागास्कर बेटाच्या बाजूने जाऊ लागते. पण मादागास्कर बेटाच्या जवळच्या प्रदेशात अधिक दाबाचा प्रदेश निर्माण झाल्याने तेथेही प्रत्यावर्ती वारे वाहत असतात. तिबेटवरून आलेली हवा त्या वाऱ्यांना मिळते व त्यांच्याबरोबर उत्तरेला सरकून पुन्हा विषुववृत्त ओलांडते. ते ओलांडले की पुन्हा पृथ्वीच्या परिवलनामुळे वाऱ्यांची दिशा बदलून ते भारतात शिरतात. असा हा हॅडले सेल पुरा होतो.”

“आणि वॉकर साहेबांचा सेल कसा असतो ?” आता इलाने विचारले.

“आग्नेय आशियात उष्ण हवा तयार होण्याचा सपाटाच लागलेला असतो. इंडोनेशियावरची उष्ण झालेली हवा कारंजासारखी आधी वर चढते. वर गेल्यावर ती बाजूला पसरते. ही बाजूला सरलेली हवा वायव्य भारत , पाकिस्तान ओलांडून थेट अरबस्तानातही पोहोचते. तेथे खाली उतरून ती परत पूर्वेकडे वाहू लागते. वॉकर सेलचे चित्र काटकोनी आकाराचे दिसते.”

“ह्या हालचालींचा काय परिणाम होतो ?” अमितने विचारले.

“आशियांतील पावसाळ्यामध्ये या हालचालींचा घनिष्ठ संबंध असतो. ज्यावर्षी हॅडले सेलमधील प्रवाह शक्तिशाली आणि वॉकर सेलमधील प्रवाह अशक्त असतात त्यावर्षी आशियात पाऊस चांगला होतो. त्याच्या उलट



हॅडले सेल, वॉकर सेल किंवा हवेच्या हालचालीचे आकृतिबंध (प्रमाणात नाहीत)

परिस्थिती निर्माण झाल्यास आशियातील पाऊस तितकासा प्रभावी होत नाही. असा अनुभव आहे."

सर्व मुले हवेच्या हालचालींचा विचार करत होती. कुणी काही बोलत नव्हते, प्रश्न विचारत नव्हते. ह्या शांततेचा भंग करीत मित्र म्हणाला,

"आपण पाहिले की हे वेगवेगळ्या दिशेने वाहणारे वारे आहेत पण तरीही वातावरणांतील ह्या हालचालीत एक ठळक सूत्र असते.

पृथ्वीच्या परिवलनाची दिशा पश्चिमेकडून पूर्वेकडे असते. पृथ्वीबरोबर तिच्या भोवतालची हवाही पश्चिमेकडून पूर्वेकडे असते. परिवलनामुळे एक शक्तीच निर्माण होते. तिला सिरिऑलिक शक्ती म्हणतात. त्या शक्तीमुळे उत्तर गोलार्धात प्रवेश करताना वारे उजवीकडे वळवले जातात. तसेच दक्षिण गोलार्धात शिरतांनाही ते उजवीकडे वळतात. दक्षिण गोलार्धातून बाष्प घेऊन येणोर वारे विषुववृत्त ओलांडल्यावर उजवीकडे वळतात म्हणूनच नैऋत्येकडून ते भारतात शिरतात.

सूत्र असे की, हवा जशी कमी अक्षवृत्तांकडे येऊ लागते तशी ती पूर्वेकडून येत आहे असे दिसते. परिवलनाने निर्माण झालेली कोरिओलिस शक्ती ही अक्षवृत्तांप्रमाणे वाढू लागते. विषुववृत्तीय क्षेत्रावर हवा उंचीवर जाऊ लागते आणि मग ध्रुवक्षेत्रांच्या बाजूला पसरू लागते तेव्हा ती उजवीकडे वाहू लागते. आणि उत्तर गोलार्धात ती पूर्वेकडे गेल्यासारखी दिसते. हे वळणे अक्षांशांच्या क्रमाप्रमाणे अधिक तीव्र होत जाते.

हा उंचीवरून ध्रुवांच्या बाजूला गेलेला हवेचा ओघ परततांना जमिनीज-वळून परत विषुववृत्ताकडे येतांना आढळतो. जसजसा तो विषुववृत्ताकडे येतो तसतसा त्याच्यावरचा परिवलनाचा प्रभाव कमी होत जातो.

मित्राचे बोलणे संपताच विद्याने त्याचे लक्ष घड्याळाकडे नेले. व म्हणाला, "तुला अकरा वाजता जायचंय ना ? मग वाजले अकरा."

मित्राने सांगितले , "मला वेधशाळेत जायचंय. तिथे ठिकठिकाणहून माहितीचे संदेश येत असतात. त्यांची नोंद करावी लागते. बरंय मुलांनो , तुमच्याशी गप्पा मारायला मला आवडलं. पुन्हा कधी काही शंका असल्यास जरूर विचारा."

मुलांनी मित्रांचे आभार मानले. तो गेल्यावर उत्तम म्हणाला, "बिचाऱ्याला माहीत नाही तो आपल्यावर काय संकट ओढवून घेतो आहे ते !"

आणि तो इतरांबरोबर वाचनालयाच्या जुळवाजुळवीला लागला.

◆ ◆ ◆

तीन

विद्याधर आणि विशाखा या दोघांनी मिळून सभासदांची व त्यांनी आणलेल्या पुस्तकांची यादी करून ठेवली. पुस्तकांचे वाटप करण्याची पद्धतही ठरवली. वार्षिक परिक्षा संपत आल्या होत्या, तेव्हा मुलांपैकी कोणी येईल का याची ते वाट बघत होते. भिंतीवर लावलेल्या चित्रांची विशाखाला गंमत वाटत होती. तिने विद्याधरला विचारले, "ही चित्रे व नकाशे तू कुठून मिळवलीस? आणि ही असली चित्रे इथे लावण्यात तुझा काय हेतू होता?

"त्याचं काय झालं, वाचनालयाच्या पहिल्या सभेत पाऊस आणि पावसाळा या विषयांवर बोलणी सुरू झाली. मुलांना एकापाठोपाठ पुष्कळ शंका होत्या, त्या माझ्या पलिकडच्या होत्या. म्हणून मी माझ्या मित्राला बोलावून आणले. त्याने पुष्कळ प्रश्नांची उत्तरे दिली आणि शिवाय ही चित्रे व नकाशे दिले. पण चर्चा मारुतीच्या शेपटीसारखी वाढतच चालली आहे. त्याकरता तो आजही येणार आहे. मग झालेल्या चर्चेचा सारांश विद्याधरने विशाखाला सांगितला.

स्कूटरचा आवाज आला म्हणून दोघेही दाराबाहेर बघू लागले तर उत्तम आत आला.

"अरे, स्कूटर कुणाची वाजली ?" विद्याने त्याला विचारले.

"तुझ्या मित्राची. त्यानेच मला स्कूटरवरून आणलं आहे." उत्तमने उत्तर दिले. मित्रानेही गॅरेजमध्ये प्रवेश केला व विचारले,

"अजून कुणी आलं नाही का ?"

विचारण्याचा अवकाश की , पाठोपाठ सायकलीची व हसण्या - बोलण्याचे आवाज आले. अमित, इला, आभा आणि ईशान आत आले. त्यांना पाहताच विद्याधरने विचारले,

"परीक्षा कुठवर आल्या आहेत"

"माझा आणि ईशानचा एक पेपर राहिलाय. बाकी सगळ्यांच्या संपल्या." आभाने उत्तर दिले.

मित्राला आज फार वेळ नव्हता म्हणून त्याने विचारले ,

"पुढे चालू करू का ?"

"हो हो !"

"अर्थात !"

"मग काय ?"

एकावेळी सर्वांनी उत्तरे दिली.

मागच्यावेळी मी तुम्हाला, हवेच्या विविध हालचाली आणि त्यांच्यातील सूत्र ह्याबद्दल सांगत होतो. आठवतंय का ?"

"हो तर !" अमित म्हणाला .

"वारे वाहण्याचे कारण काय ?" मित्राने विचारले.

"वातावरणातील कमी किंवा अधिक दाबाचे प्रदेश हेच वारे वाहण्याचे कारण असते." आभाने उत्तर दिले.

"बरोबर. दाब हे जर हवेच्या हालचालींचे कारण आहे व त्या हालचालींत जर सूत्र आहे तर पृथ्वीवरच्या दाब चित्रातही सूत्रबद्धता असली पाहिजे. होय ना ?" मित्राने विचारले.

"हो. असायलाच पाहिजे." इलाने अंदाजाने म्हटले.

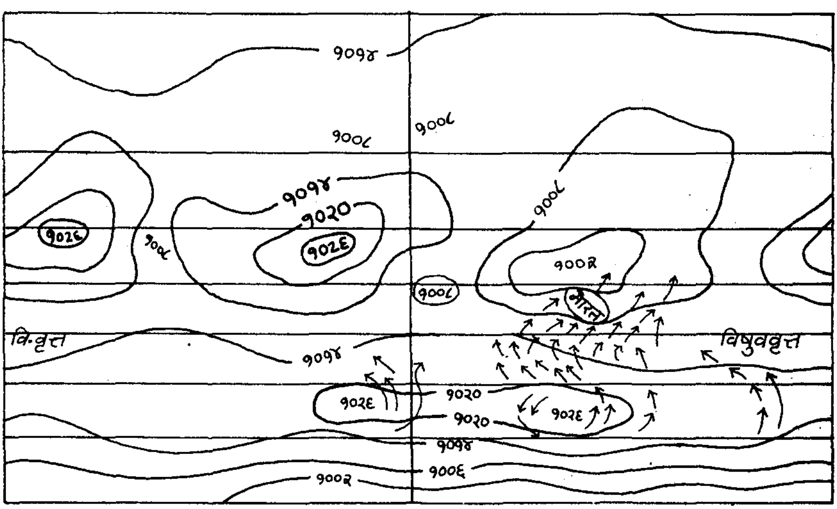
"पृथ्वीवरच्या वातावरणाचे चित्र पाहिले की तशी सूत्रबद्धता आपल्याला दिसून येते. सूर्याच्या लांब किरणांमुळे विषुववृत्तावरील प्रदेश इतर प्रदेशांच्या मानाने अधिक गरम होतो. उष्णतेमुळे हवा प्रसरण पावते म्हणजेच तिची घनता कमी होते व ती हलकी होते. हलकी हवा उर्ध्वगामी होऊन वर वर जाऊ लागते. हवेच्या या वर जाण्यामुळे स्वाभाविकच जमिनीलगतच्या प्रदेशावर हवेचा दाब कमी होतो. वर चढलेली ही हवा कर्क आणि मकर वृत्तांच्या टापूत येऊन उतरते.

ह्या खाली उतरणाऱ्या हवेच्या दाबामुळे त्या टापूत अधिक दाबाचा प्रदेश तयार होतो.

पृथ्वी स्वत:भोवती फिरत असते त्या परिवलनाचा परिणाम सभोवतालच्या वातावरणावर होतो. एक म्हणजे धुव्र प्रदेशांची हवा विषुववृत्ताच्या दिशेने सरकवली जाते. त्यामुळे त्या प्रदेशातली हवा सरकवली जाऊन ती कर्क व मकर टापूत उतरते. त्यामुळे तेथील दाब अधिकच वाढतो आणि ध्रुवांच्या जवळील ६० ते ६५ अक्षांशांच्या टापूत मात्र कमी दाबाचा पट्टा तयार होतो. चित्रांत पाहिलेत, की हे कमी अधिक दाबाचे पट्टे एका आड एक असल्याचे दिसून येईल. "या करता ५ क्रमांकाचे चित्र पहा."

"आणि मग प्रत्यक्ष ध्रुवांवर काय परिस्थिती असते?" उत्तमने विचारले.

जुलैमधील पृथ्वीवरचे दाबचित्र

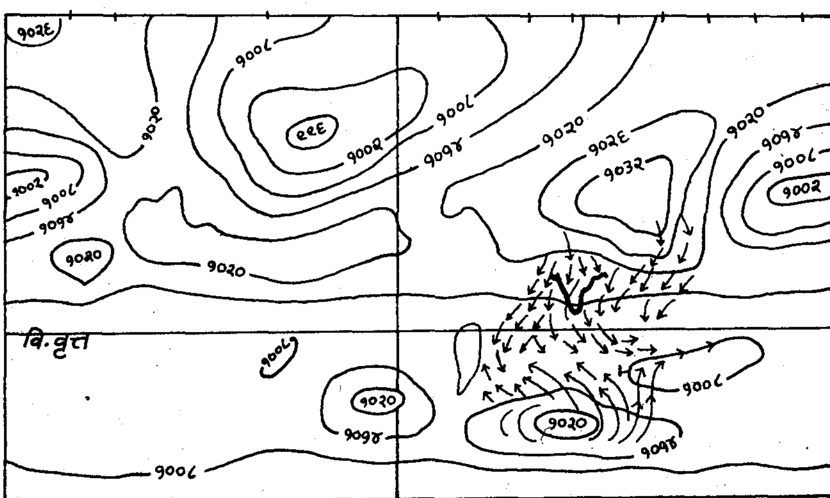


० रेखांश

भारताकडे नैऋत्य मान्सूनच्या वाऱ्यांचा स्रोत

मित्राने सांगितले, "ध्रुवांवर अधिक दाबाचे क्षेत्र तयार होते. दाब आणि पाऊस ह्यांचा अन्योन्य संबंध असतो म्हणजे परस्परविरोधी असतो. कमी दाबाच्या प्रदेशात पाऊस पडतो पण अधिक दाबाच्या प्रदेशात मात्र तो दुर्मिळ असतो. याच कारणाने कर्क व मकर वृत्तांच्या आसपास जगातली प्रमुख वाळवंटे आढळून येतात.

जानेवारीतील जागतिक दाबचित्र



० रेखांश

ईशान्य मान्सून वारे

"पृथ्वीभोवताली पसरलेल्या वातावरणात जसे उंचीवर जावे तसा दाब कमी कमी होत जातो हे ही एक सूत्रच आहे नाही?" अमितने विचारले.

"हो तेही बरोबर आहे. वर सांगितलेल्या जागतिक पातळीवर कमी अधिक दाबाचे प्रवेश होत असतात. त्यांच्याखेरीज इतर कारणांनी पृथ्वीवर कमी व

अधिक दाबाची क्षेत्रे निर्माण होतात. अशा कमी दाबाच्या प्रदेशातून हॅडले आणि वॉकर सेलमधील हालचाल सुरू होते."

"हवेची हालचाल सुरू होण्याचे मुख्य कारण कमी दाबाचे क्षेत्र आहे" असे म्हटले तर ते योग्य होईल का ?" अमितनेच पुन्हा विचारले.

"अगदी योग्य होईल. निरनिराळ्या ठिकाणी कमी दाबाची क्षेत्रे कशी असतात ते बघू या. वाऱ्यांच्या संदर्भात आपण आवर्ती वारे पाहिले. तसे हवेत , पाण्यातल्या भोवऱ्यांसारखे भोवरे तयार होतात. त्यांच्या मध्यात कमी दाबाचा प्रदेश असतो. उपग्रहावरून काढलेल्या फोटोत मध्यात हे भोवरे खोलगट दिसून येतात. भोवऱ्यांना व्होर्टेक्स आणि मध्यभागी कमी दाबाचे क्षेत्र असते त्याला डिप्रेशन म्हणतात. या फिरणाऱ्या वाऱ्यांच्या वेगावरून भोवऱ्यांची तीव्रता ठरवतात. ह्या भोवऱ्यांचेच एक रूप म्हणजे चक्री वादळ आहे. वातावरणाच्या अस्थिरतेमुळे असले भोवरे निर्माण होतात.

"वातावरणाची अस्थिरता ? म्हणजे वातावरण एरवी स्थिर असते का ?" उत्तमने विचारले.

"हे शब्द किंवा ही विशेषणे सापेक्षतेने वापरली जातात. जे वातावरण हवेच्या लहान सहान खळबळी पचवून पुन्हा पूर्ववत होते त्या वातावरणाला स्थिर म्हणतात. आता स्थिर आणि अस्थिर असे दोन कप्पे वातावरणात असू शकत नाहीत. हालचाल करणारी हवा नव्या वातावरणात शिरते , त्याच्यापेक्षा ती गरम आहे की थंड आहे ह्याच्यावर वातावरणाची स्थिरता ठरवता येते. जमिनीपासून जस जसे उंचीवर जावे तस तसे तापमान कमी होते. हे आपल्याला माहीत होते. प्रत्येक १०० मीटरवर १ अंश सेंटिग्रेडपेक्षा अधिक कमी झाले तर ते वातावरण बाहेरून आलेल्या हवेच्या खळबळी पचवू शकत नाही. तापमान खाली येण्याच्या या प्रमाणाला **'ड्राय एडियाबेटिक लॅप्स रेट'** असे पदार्थ विज्ञानात म्हणण्यात येते. एका विशिष्ठ वातावरणात बाहेरची हवा शिरली पण त्यावेळी त्यांच्यात उष्णतेची देवाण घेवाण झाली नाही तर तो एडियाबेटिक बदल होईल. टोर्नाडो किंवा गडगडाट होऊन जी वादळे होतात तेव्हा तापमान खाली येण्याचे जे निर्णायक प्रमाण , त्याहून ते अधिक असते. तर मी काय

म्हणत होतो , वातावरणाची अस्थिरता हे डिप्रेशनचे एक महत्त्वाचे कारण असते."

"बंगालच्या उपसागरांत असले भोवरे तयार झाल्याचं आपण वारंवार वाचतो किंवा दूरदर्शनवर पहातो , त्याबद्दल तुम्ही माहिती द्याल का ?" आभाने प्रश्न टाकला.

"उन्हाळी मान्सूनपैकी पुष्कळसा पाऊस बंगालच्या उपसागरातल्या असल्या डिप्रेशनांमुळे होते. विशेषत: जुलै व ऑगस्ट महिन्यात ही असली कमी दाबाची डिप्रेशन्स समुद्रसपाटीवरून पश्चिमेकडे सरकत असतात. त्यांचा विस्तार साधारण ५०० कि. मी. इतका असतो. बंगालच्या उपसागराच्या पूर्वभागातील अस्थिर वातावरणामुळे हे भोवरे तयार होतात. ते पश्चिमेकडे सरकून भारतात पाऊस आणतात.

हिवाळी मान्सूनच्या काळात चक्रीवादळे आणि डिप्रेशने मोठ्या प्रमाणावर होतात. मलेशियावर जो कमी दाबाचा प्रदेश निर्माण होतो . त्याच्यामुळे त्या प्रदेशात जी वादळे होतात, त्यांचा उरलासुरला परिणाम म्हणून हे भोवरे निर्माण होतात, पश्चिमेकडे सरकत सरकत ते बंगालच्या उपसागरांत पोहोचतात व तामीळनाडूवर धडका देतात. ह्या चक्रीवादळांचा आणि डिप्रेशनांचा मार्ग पाहिला , तर तो ५° उत्तर अक्षांश ते १५° उत्तर अक्षांश या पट्ट्यांत दिसून येतो. ही वादळे दक्षिण भारताचा निमुळता भूप्रदेश ओलांडून अरबी समुद्रात प्रवेश करतात. तेथे गेल्यावर ती अधिक उग्र होतात आणि पश्चिम किनाऱ्यावर खूप पाऊस आणतात. तसं पाहिलं तर हिवाळी मान्सूनचा पाऊस हा चक्रीवादळांवर आणि डिप्रेशनांवर अवलंबून असतो , असं म्हणायला हरकत नाही."

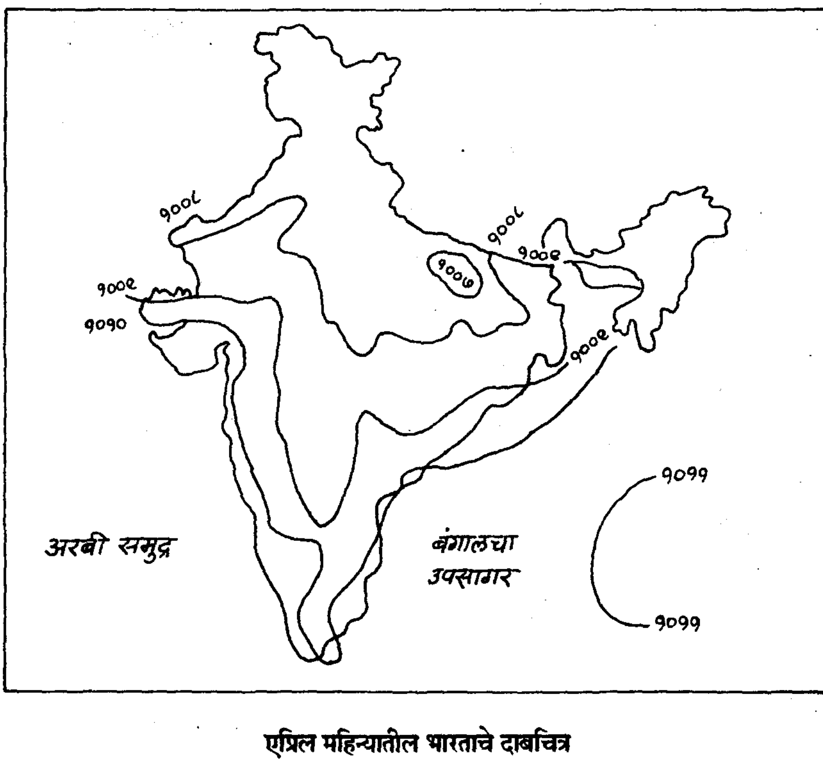
"असले भोवरे आणखी कुठे अनुभवास येतात ?" अमितने विचारले.

"जून ते सप्टेंबर या काळात उत्तर महाराष्ट्र , सौराष्ट्र , कच्छ आणि गुजराथ एवढ्या प्रदेशावर सुमारे ३ ते ६ कि. मी. इतक्या उंचीवर अशा प्रकारचे भोवरे निर्माण होतात. हे भोवरे साधारण ३०० कि. मी. इतक्या प्रदेशावर फिरत असतात. त्यांचे वैशिष्ट्य असे की ते जमिनीपासून ३ कि. मी. पेक्षा अधिक

उंचीवरच फिरतात , खाली येत नाहीत. ह्या भोवऱ्याचे वास्तव्य बरेच दिवस असते. त्यांचा परिणाम म्हणून खालील प्रदेशात खच्चून पाऊस होतो. २४ तासांत २० सें. मी. इतका पाऊस म्हणजे विशेष काही नाही.

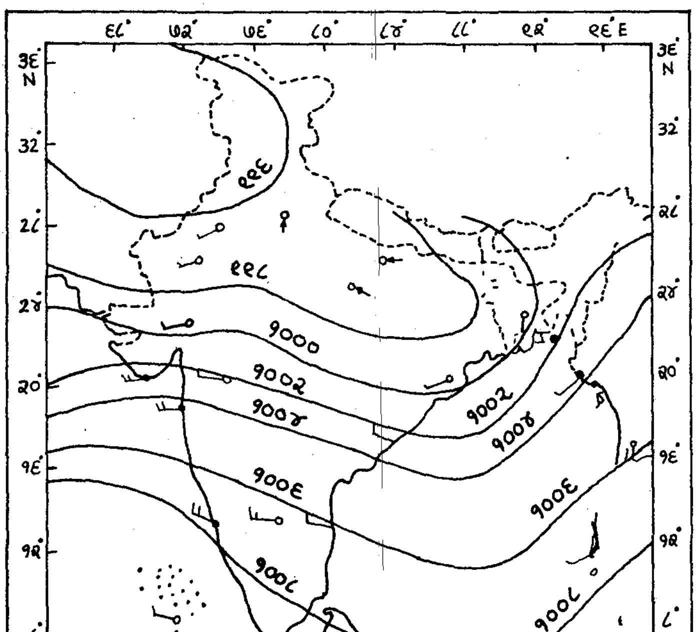
कमी दाबाचे क्षेत्र केवळ भोवरे व डिप्रेशन याच स्वरूपात नसून त्यांचे कधी चर, पट्टेही बनतात, हे आपण पाहिले आहेत. त्याची काही उदाहरणे पाहू या."

एप्रिल आणि मे महिन्यांमध्ये वायव्य भारतावर कमी दाबाचा एक पट्टाच तयार होतो. मान्सूनच्या प्रगतीबरोबर हा पूर्व दिशेकडे वाढत जाते आणि हिमालयाला समांतर असा पूर्व पश्चिम कमी दाबाचा चरच निर्माण होतो. पण हा एके ठिकाणी स्थिर रहात नाही तर त्याच्यात दक्षिणोत्तर हालचाल दिसून येते.



एप्रिल महिन्यातील भारताचे दाबचित्र

हा जेव्हा उत्तरेला सरकतो आणि हिमालयाच्या जवळ जातो तेव्हा उत्तर भारतात पाऊस जरा थंडावतो आणि त्याच वेळी ईशान्य भारतात हिमालयाच्या पायथ्याशी पावसाची तीव्रता वाढते. जेव्हा हा पट्टा दक्षिणेला सरकतो , म्हणजे हिमालयापासून दूर सरकतो , तेव्हा गंगा व सिंधूच्या खोऱ्यात पुन्हा व्यवस्थित पाऊस होऊ लागतो.



जुलै महिन्यातील भारताचे दाबचित्र

विसाव्या शतकाच्या सुरुवातीला वातावरणाच्या दाबाचा एक आकृतीबंध गिल्बर्ट वॉकर ह्यांच्या लक्षात आला. दक्षिण गोलार्धात प्रशांत महासागर आणि हिंदी महासागर ह्यांच्यावर वातावरणाच्या दाबाचा एक सी सॉ बनलेला असतो. जेव्हा दक्षिण गोलार्धात प्रशांत महासागरावर वातावरणाचा दाब अधिक असतो तेव्हा त्याच गोलार्धात हिंदी महासागरावर

दाब कमी असतो. अशी परिस्थिती २ ते ५ वर्षांनी बदलते. ह्याला दक्षिणी दोलन म्हणतात. ह्या दोलनाची तीव्रता मोजण्याकरता प्रशांत महासागरातील टाहिटी या ठिकाणावरचा दाब आणि हिंदी महासागरातील डार्विन या ठिकाणावरचा दाब या दोहोंतला फरक बघितला जातो. दक्षिणी दोलनाचा घातांक हा भारतातल्या पावसाचे पूर्वानुमान करण्याच्या कामी उपयोगी असतो. त्याकरता ते एक प्राचल म्हणून निश्चित केले आहे.

" **वातावरणाच्या दाबासंबंधी किती प्राचले पूर्वानुमानाकरता घे-तली जातात ?"** इलाने विचारले.

१) वसंत ऋतूमधील डार्विन या ऑस्ट्रेलियातील ठिकाणावरचा दाब ;

२) जानेवारी ते मे महिन्यांतील हिंदी महासागरात भूमध्य रेषेवरील दाबचित्र ;

३) एप्रिल महिन्यात अर्जेंटिनावरचा दाब ;

४) जानेवारी ते एप्रिल या काळात उत्तर गोलार्धातील भूमीवरच्या दाबाचे स्वरूप;

५) दक्षिणी दोलनाचा घातांक.

ही पाच प्राचले निरनिराळ्या ठिकाणच्या वातावरणीय दाबांशी संबंधित आहेत."

"पावसाच्या पूर्वानुमानाकरता आणखी कोणती महत्त्वाची प्राचले आहेत ?" इलाने विचारले.

"उष्णतेशी निगडीत असलेली प्राचले फार महत्त्वाची असतात. दाब काय किंवा वारे काय तप्त हवेमुळेच निर्माण होतात , हे तुम्हाला कळून चुकलंय. अमित मघाशी म्हणाला की , हवेच्या हालचालींचे मुख्य कारण कमी दबाचे क्षेत्र आहे. पण कमी दाबाचे क्षेत्र कशामुळे निर्माण होते ?" मित्राने विचारले.

इतकावेळ स्वस्थपणे बसलेल्या ईशानने उत्तर दिले , "उष्णतेमुळे !"

"बरोबर आहे. आत्तापर्यंत आपण पाहिलेल्या सर्व घटनांना उष्णताच कारणीभूत होती. आणि उष्णतेचा उगम सूर्यात आहे ही गोष्टही सूर्याइतकी स्पष्ट आहे. पण "आले सूर्याचे किरण की झाली पृथ्वी गरम" इतकी ही घटना साधी

व सरळ मात्र असत नाही. ही उष्णता पृथ्वीला आणि सभोवतालच्या वातावरणाला कशी मिळते हे पाहू या.”

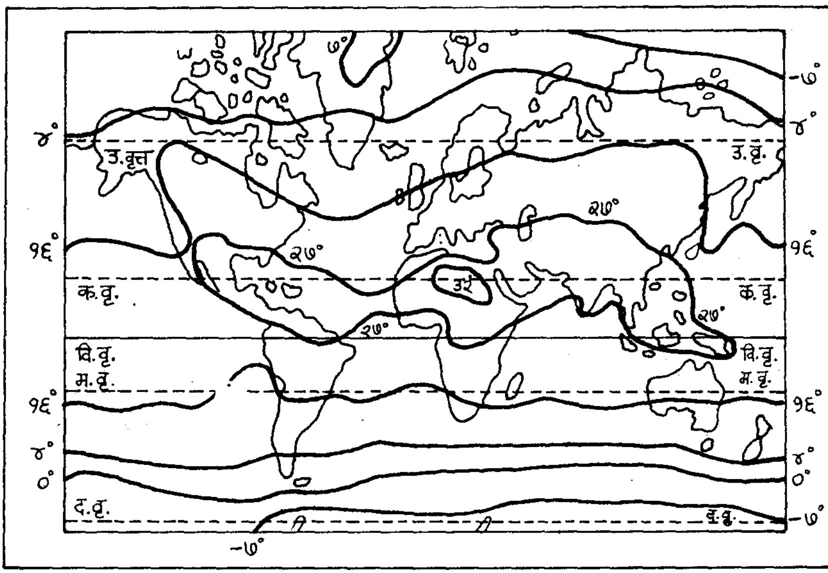
“सूर्याचे किरण हे लहरीतून होत असते. त्या लहरी विविध लांबीच्या असतात. पदार्थ वैज्ञानिक लहरींची लांबी मायक्रोन या एककात मोजतात. सूर्यकिरणांतील सातही रंगांना ठराविक लहर लांबी असते. उदाहरण द्यायचे झाल्यास जांभळ्या रंगाच्या लहरीची लांबी ०. ४३० मायक्रोन असते तर तांबड्या रंगाची लहर ०. ६४० मायक्रोन असते. या दोहोंमध्ये इतर रंगांची लहरलांबी असते. सूर्याचे प्रारण हे बहुतांशी ०. १५ ते ४.० मायक्रोन लांबीच्या लहरींमार्फत होत असते. त्यांना लघुलहरी म्हणतात. जमिनीने केलेले प्रारण पुष्कळ अंशी ४ ते ८० मायक्रोन लांबीच्या लहरींमार्फत होते. ह्या लंबलहरी आहेत.”

“सूर्याकडून प्रारणातून आलेली उष्णता थेट पृथ्वीवर पोहोचली असती, तर पृथ्वीचा जो भाग सूर्यासमोर असेल तिथे अति तप्त आणि सूर्याआडचा भाग अतिशीत अशी परिस्थिती झाली असती. पण सुदैवाने पृथ्वीभोवती वातावरण पसरलं आहे. त्या वातावरणात लघुलहरींतून आलेले प्रारण शोषण्याची फारशी कुवत नसते. पण वातावरण व त्यातील ढग सूर्याकडून आलेले प्रारण परत पाठवून देतात किंवा त्यांचे परावर्तन करून टाकतात. अशा रीतीने सूर्याच्या औष्णिक उर्जेपैकी ३५% इतकी ऊर्जा परतवली जाते. त्याच्यानंतर या प्रारणाच्या रस्त्यांत वातावरणातील धूळ येते. ही धूळ लघुलहरांना विखरवून टाकते, पण वातावरणातील पाण्याची वाफ व कर्ब द्विप्राणिल वायू ती ऊर्जा शोषून घेतात. त्या लघुलहरींमार्फत पृथ्वीकडे येणारी उष्णता वातावरण फारसे तापवू शकत नाही. हवामान तज्ज्ञांच्या भाषेत, प्रारणाकरता बहुतेक सारं वातावरण हे पारदर्शक असतं.”

“मग हवा तापते तरी कशी ?” ईशानची उत्सुकता वाढत होती.

“वातावरणांतील सर्व अडथळ्यांना पार करून सूर्याची उष्णता जेव्हा पृथ्वीवर म्हणजे जमिनीवर पोहोचते, तेव्हा जमीन ती शोषून घेते. पण जमीनही ती उष्णता बाहेर फेकू लागते म्हणजे जमीनही प्रारण करू लागते. ह्या प्रारणाचे वैशिष्ट्य असे की ते लंबलहरींमार्फत होते. आणि अशा प्रकारचे प्रारण

शोषायला पृथ्वीचे वातावरण समर्थ असते. म्हणून ते तापते. थोडक्यात सांगायचे तर सूर्य हा जरी उष्णतेचा साठा असला तरी पृथ्वीचे वातावरण मात्र बहुतांशी जमिनीच्या प्रारणामुळे तापते."

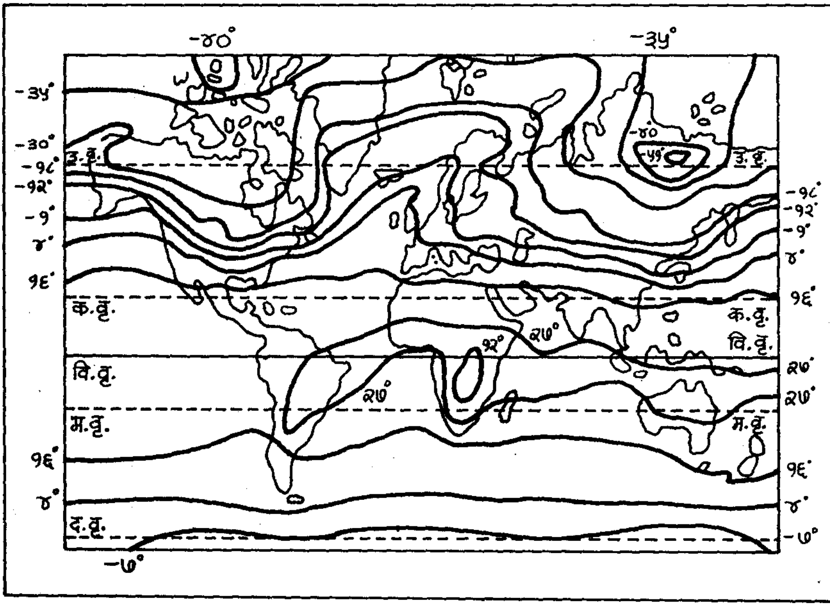


जानेवारीमधील समोष्णता दर्शक रेषा

"विषुववृत्ताच्या आसपास सूर्याचे किरण पडल्याने तेथे उष्णता एकवटते. साहजिकच तेथली जमीन अधिक तापते. अक्षांश जसे वाढत जातात तसे त्या प्रदेशावर सूर्याचे किरण तिरपे पडू लागतात म्हणून तेथील भाग साधारणपणे कमी तापतात. हे आपल्याला माहीत आहे. समोष्णतादर्शक रेषांनी पृथ्वीवरील दोन महिन्यांतील तापमान दाखविणारे नकाशे नीट पहा."

"विषुवृत्तापासून ध्रुवांकडे जाताना उष्णतेचे कमी होते तरी दोनही गोलार्धात ते सारख्या प्रमाणात कमी होताना दिसत नाही. उत्तर गोलार्धात भूभाग अधिक असल्याने तेथे ह्या रेषा वजा होताना आढळतात कारण भूभागांवर

उष्णता अधिक शोषली जाते व झटपट बाहेर टाकली जाते. त्यामुळे जुलै महिन्यात उत्तर गोलार्धात दक्षिण गोलार्धाच्या मानाने तापमान अधिक आणि जानेवारीमध्ये कमी असे आढळून येते. हे झाले जागतिक चित्र."



जुलैमधील समोष्णता दर्शक रेषा

"भारताच्या आसपास ते चित्र कसे असते ?" इलाने प्रश्न केला.

"तिबेटचे पठार हे एप्रिल व मे महिन्यात उष्णतेचे बनते हे आपण एकदा पाहिलेच आहे. भारताचा वायव्य भाग राजस्थानच्या वाळवंटी प्रदेशासकट चांगलाच तापतो. येथे हवामानाला जमिनीच्या प्रारणामुळे प्रचंड उष्णता मिळते. तेथे कमी दाबाचा प्रदेश तयार होतो. भारतामध्ये इतर प्रदेशांतही तापमान चांगलेच वाढते आणि त्यांच्यावर लक्ष ठेवणे पावसाच्या पूर्वानुमानाच्या दृष्टीने फार महत्त्वाचे असते. त्याकरता त्या त्या प्रदेशावरच्या तापमानाची प्राचलेही निश्चित केली आहेत.

१. मध्य भारतातील मे महिन्यातले तापमान.

२. मार्च महिन्यात भारताच्या पूर्व किनाऱ्यावरील तापमान.

३. उत्तर भारतातले मार्च महिन्यातले तापमान.

४. जानेवारी व फेब्रुवारी महिन्यातले उत्तर गोलार्धातील तापमानाचे स्वरूप.

"ह्या तापमानाची नोंद ठेवतात खरी, पण तापमान अधिक असणे अनुकूल की कमी असणे अनुकूल ?" ईशानने विचारले.

"सर्वसाधारण आपण पाहिले की, तापमान अधिक म्हणजे दाब कमी व दाब कमी म्हणजे त्या दिशेने वारे वाहण्याचा संभव अधिक, म्हणून पावसाचाही. त्यामुळे ही तापमाने अधिक असल्यास पुष्कळदा अनुकूल ठरते. पण एखादी जागतिक घडामोड ह्या तापमानाच्या चित्रात बदल करू शकते. सागरी प्रवाह हे आपले नेहमीच्या स्वरूपात वाहत असले की त्यांचे परिणाम जोखता येतात. पण एखादा सागरी प्रवाह एकाएकी उत्पन्न झाला तर त्याचा तेथील वातावरणावर इष्ट किंवा अनिष्ठ परिणाम होऊ शकतो. कधी कधी अशा घटनांचा परिणाम अती दूर प्रदेशांवरही होतो, याचे एक उत्कृष्ट उदाहरण म्हणजे 'एल निनो !"

"एल निनो ?" आभाची उत्सुकता वाढली.

"दक्षिण अमेरिकेत पेरू नावाचा देश आहे. त्याला प्रशांत महासागराचा किनारा आहे. तेथे माशांचे भरघोस पीक येत असते. दर पाच किंवा दहा वर्षांनी डिसेंबरच्या शेवटी शेवटी त्या किनाऱ्याजवळून एक उष्ण प्रवाह वाहू लागतो. ख्रिसमसच्या सुमाराला हा अवतरतो म्हणून त्याला 'येशूचे बालक' एल निनो असे नाव पडले आहे. ह्या उष्ण प्रवाहामुळे सागराचे तापमान वाढतेच पण त्यावरच्या वातावरणांतील तापमानावरही परिणाम होतो. त्यावर्षी पेरूमधील माशांच्या पिकांत घट येते. आणि त्याहीपेक्षा आश्चर्यकारक गोष्ट म्हणजे त्या प्रवाहाचा २०००० कि. मी. अंतरावर असलेल्या भारतातल्या पावसाळ्यावर अनिष्ट परिणाम होऊ शकतो. प्रत्येक वेळी तसे होतेच असे नाही, पण संभव असतो. म्हणून तेथील तापमानाची नोंद ठेवावी लागते.

पावसाच्या पूर्वानुमानाच्या दृष्टीने 'एल निनो' च्या संबंधात दोन प्राचले आहेत.

१) एल निनोची चालू वर्षातील परिस्थिती ; आणि

२) एल निनोची मागील वर्षीची परिस्थिती.

अशी ही प्राचले तापमानाच्या संबंधात आहेत.

"मान्सूनपूर्व काळांत भारतीय भूभाग तापणे हे जर पावसाकरता अनुकूल ठरते , तर त्याकरता ठिकठिकाणच्या तापमानाची नोंद ठेवतातच. शिवाय भारताच्या उत्तरेकडे जो हिमालय पसरला आहे त्यावर आणि युरेशियावर किती बर्फ पडला ह्याकडेही लक्ष द्यावे लागते. कारण त्याच्यावरून भारतातील जमीन पुरेशी तापणार आहे किंवा नाही ह्याचा अंदाज घेता येतो.

१) डिसेंबर महिन्यातील युरेशियामधील हिमाच्छादन ; व

२) जानेवारी ते मार्च या काळात हिमालयावरचे हिमाच्छादन.

"तुम्हाला आता पावसाच्या पूर्वानुमानाकरता आवश्यक अशा सोळा प्राचलांची ओळख झाली आहे. पुढच्या वेळी प्रत्यक्ष पावसाळ्यांत काय परिस्थिती होते ते बघू. तोपर्यंत तुम्ही हे नकाशे व चित्रे यांचा नीट अभ्यास करून ठेवा आणि काही प्रश्न असल्यास लिहून ठेवा."

पुढची तारीख ठरवून मित्र निघून गेला. आपल्या वाचनालयातून कोणते पुस्तक न्यावे हे जो तो ठरवू लागला. आभा आणि ईशान पुस्तके न घेता लगेच घरी गेले. त्यांना परिक्षेची तयारी करायची होती.

◆ ◆ ◆

चार

शनिवार होता, मे महिना संपत आला होता. उकाडा वाढत चालला होता. वाचनालयात मुलं पुस्तकांची अदलाबदल करीत होती. आभाने एक पुस्तक निवडलं, रुमालाने वारा घेत ती म्हणाली,

" आज आपल्याला पावसाळ्याची परिस्थिती कशी असते, ते बघायचं आहे. "

उत्तम सहजपणे म्हणाला, "पावसाळ्याची परिस्थिती कशी असते ?
छत्र्या आणि रेनकोट, चिखलाचे सपकारे,
पाण्याचे फवारे, चिंब भिंती, गळणारी छपरे
भेडसावणारे काळे ढग, म्हणजे पावसाळा !"

हे ऐकून इला म्हणाली, "सुंदर पावसाळ्याचे किती हे निराश चित्र !
पाऊस म्हटलं की, कागदाच्या नावा, रंगीबेरंगी छत्र्या
शुभवार्ता घेऊन येणारे कृष्णमेघ, हर्षभरित झाडे
तरारले गवत आणि शेतकऱ्यांचे हास्य मला दिसतं."

लिहिता लिहिता डोकं वर काढून विद्या म्हणाला, "अरे हे तर वाङ्मय मंडळचं झालं. आजचं वर्तमानपत्र वाचल का ? या वर्षीच्या पावसाळ्याचा अंदाज जाहीर झाला आहे."

अमित म्हणाला, "मी सकाळी वर्तमानपत्र पाहिलंच नाही. काय अंदाज केला आहे, यावर्षी ?"

विद्याने उत्तर दिले, "ते म्हणतात की यंदा पाऊस उशिरा येईल आणि आल्यानंतरही जरा मंदगतीनेच चालेल."

अमित म्हणाला, "हे तर त्यांनी पूर्वीच सांगितलं होतं. आणखी काय म्हणतात ते यावर्षीच्या पावसाळ्याबद्दल ?"

विद्याने सांगितले, "संपूर्ण भारतात जून ते सप्टेंबर या चार महिन्यांत ९२% इतका पाऊस होईल. चार टक्के फेरफार धरून ! देशाचे जे ३५ मौसमिक विभाग आहेत; त्यांच्यापैकी ७० % विभागात पाऊस सामान्य किंवा अधिक होईल. त्या विभागांपैकी जे दुष्काळी विभाग आहेत तेथे कदाचित पुरेसा पाऊस होणार नाही.

केरळमध्ये सालाबादाप्रमाणे १ जूनला न येता पाऊस जरा उशिरा सुरू होईल."

ईशान म्हणाला, **"ह्यावर्षी त्यांचा अंदाज खरा ठरेल का ?"**

तेवढ्यात मित्र गॅरेजमध्ये आला. त्याच्या हातात वर्तमानपत्र होते ते दाखवत तो म्हणाला, "रस्त्यात हे मिळालं, त्यातले पावसाचे पूर्वानुमान वाचत होतो, म्हणून मला यायला वेळ लागला, तुम्ही वाचलात का त्यांचा अंदाज ?"

उत्तमने उत्तर दिले, "आत्ताच विद्याने आम्हाला ते सांगितलं."

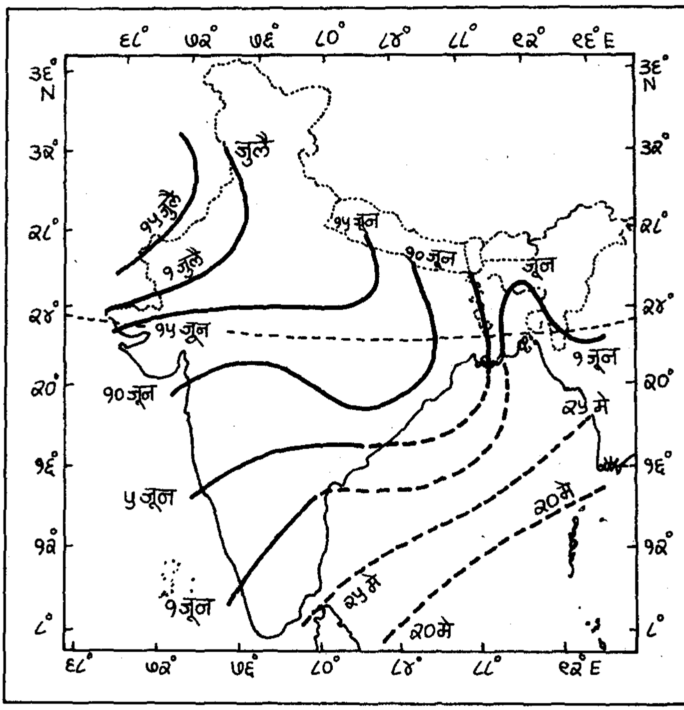
मित्र पुढे येत म्हणाला, "म्हणजे पूर्वानुमान कसे मांडतात ते तुम्हाला कळ्ले. आता ऑगस्ट सप्टेंबरपर्यंत आपण हे पूर्वानुमान किती प्रमाणात बरोबर ठरते ते बघायचं."

आभा म्हणाली, **"त्यांच्या अंदाजाप्रमाणे पावसाळा उशिरा सुरू होणार. पण वळवाचा पाऊस झाला आहे एक दोन वेळा. त्याचा आणि पावसाळ्याचा किती संबंध असतो ?"**

मित्राने सांगितले, "दीर्घ पावसाळ्याची वातावरणीय तयारी कित्येक महिने चालू असते. पण मान्सूनचे बाष्पयुक्त वारे त्याआधी देशात येऊ लागलेले असतात. वळवाचा पाऊस ही त्याची झलक असते. एप्रिल व मे मध्ये तापलेल्या वातावरणात जेव्हा हे वारे शिरतात; तेव्हा त्या दोघांच्या तापमानात बराच फरक असतो. तापमान समतोल करण्याच्या निसर्गाच्या प्रवृत्तीमुळे, त्या वातावरणात वेगाची हालचाल सुरू होते, भोवरे निर्माण होतात. त्यांचा परिणाम होऊनच हा वळवाचा पाऊस ढग गडगडून व वादळांना घेऊन येतो. पण हा आवाजी पाऊस तात्पुरताच असतो. वळवाचे पाऊस आणि चातुर्मासी पावसा-

ळा यांच्यामध्ये थोडा कालावधी असतो. पण कधी कधी हे अंतर अगदी कमी होते व ते एकमेकांत मिसळून जातात."

"मान्सूनचे वारे फक्त केरळमधून किंवा पश्चिम किनाऱ्यावरूनच भारतात शिरतात का ?" अमितने प्रश्न केला.

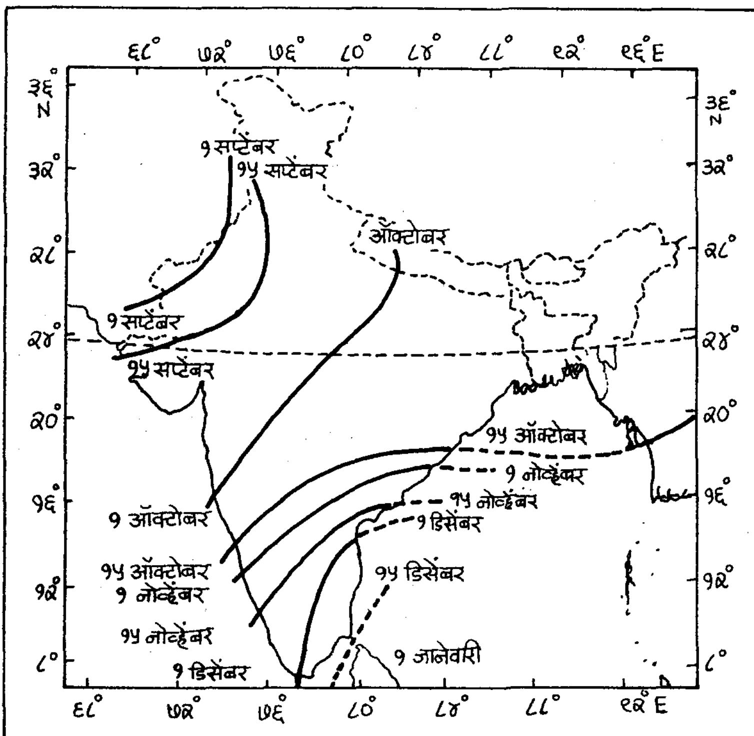


नैऋत्य मान्सूनची प्रदेशवार सुरुवात केव्हा होते हे दाखवणारा नकाशा
१ जून या दिवशी केरळ व आसाम या दोन्ही ठिकाणी पाऊस सुरू होतो.

भिंतीवरचे दोन नकाशे मित्राने त्यांना दाखवले व तो म्हणाला, "नाही. ह्या नकाशात भारतात ठिकठिकाणी पाऊस केव्हा सुरू होतो, हे दाखवलंय ते बघा. मान्सूनचे वारे दोन मार्गांनी भारतात प्रवेश करतात. एक अरबी समुद्रावरून. दुसरा बंगालच्या उपसागरावरून. जूनच्या पहिल्या आठवड्यात

अरबी समुद्रावरून मान्सूनचे वारे जेव्हा केरळमध्ये शिरतात तेव्हाच बंगालच्या उपसागरावरून ते आसाममध्येही शिरतात. मान्सून वाऱ्यांचा हा ओघ सुमारे १०० ते १२० दिवस चालू रहातो. नंतर त्यांचा परतीचा प्रवास सुरू होतो. ह्या परतीच्या प्रवासाच्या वेळीच हिवाळी मान्सूनचा पाऊस येत असतो.

उन्हाळी मान्सून कोठे कोठे, केव्हा थांबतो हे या दुसऱ्या नकाशात दाखवले आहे. त्याच्यावरून हिवाळी पाऊस कुठे पडतो हे सहज समजते. नैऋत्येकडून येणाऱ्या वाऱ्यांमुळे होणारा पाऊस केव्हा थांबतो व ईशान्येकडून येणाऱ्या वाऱ्यामुळे होणारा पाऊस केव्हा सुरू होतो हे स्पष्टपणे दाखवता येत नाही. विशेषत: दक्षिण भारतात ते दोन्ही पाऊस वेगळे दाखवणे अधिक कठीण होते."



नैऋत्य मान्सून कुठे व केव्हा थांबतो हे दाखविणारा नकाशा

उत्तमने विचारले, **"उन्हाळी आणि हिवाळी पावसात काय फरक असतो ?"**

मित्राने उत्तर दिले, "उन्हाळी पावसाळ्यांत भारतातील बहुतेक म्हणजे ७०% इतका पाऊस होतो. त्याच्यापासून भारताचा पश्चिम किनारा, आसाम, पश्चिम बंगाल या प्रदेशात जून ते सप्टेंबर या महिन्यात भरपूर पाऊस होतो. याचे मुख्य कारण या प्रदेशातला डोंगराळ प्रदेश हे आहे. बाष्पयुक्त वारे डोंगरांच्या ज्या बाजूने अडवले जातात तेथे पाऊस होतो. ह्याचे एक उदाहरण म्हणजे मुंबई व पुणे या दोन ठिकाणांतील पाऊसमानातला फरक. घाटाच्या पश्चिम बाजूला वसलेल्या मुंबई येथे वर्षाकाठी १८७.५ सें. मी. इतका पाऊस पडतो आणि घाटाच्या दुसऱ्या बाजूला वसलेल्या पुणे येथे मात्र ५० सें. मी. इतका पाऊस होतो."

"चेरापुंजी व मौसिनारम या दोन ठिकाणी पावसाचा जागतिक उच्चांक असतो. या ठिकाणी १०० सें. मी. पेक्षा अधिक पाऊस होत असतो. ही दोन्ही ठिकाणी खासी टेकड्यांच्या उतारावर वसलेली आहेत. ती नैऋत्य मान्सून वाऱ्यांना सामोरी असल्याने त्या काळात इथे भरपूर पाऊस होतो. पण ईशान्य मान्सूनच्या वाऱ्यांपासून मात्र या ठिकाणी बेताचाच पाऊस पडतो. याचे कारण काय असेल ?"

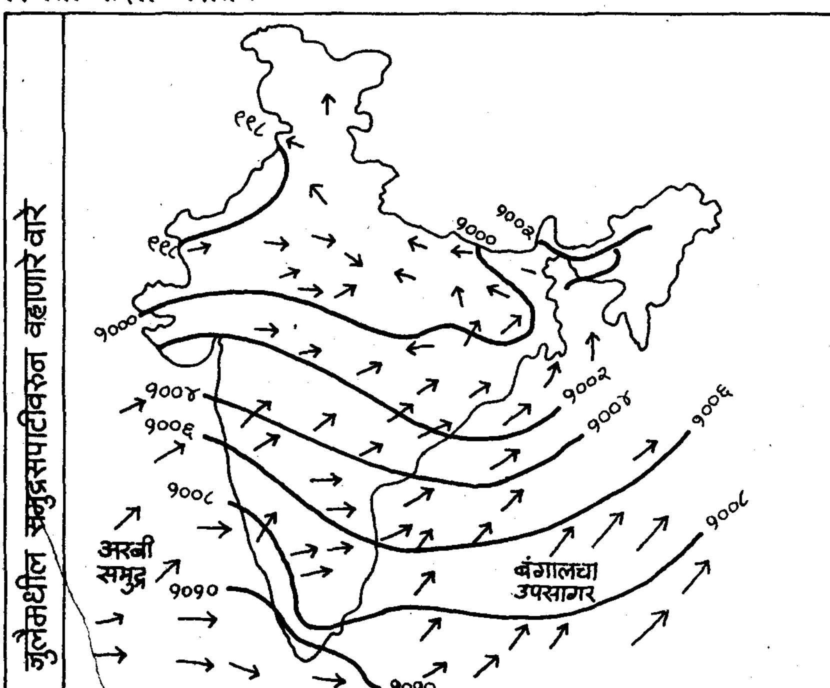
उत्तमने उत्तर दिले, "नैऋत्य वाऱ्यांना ही ठिकाणे सामोरी असतात पण ईशान्य मान्सून वाऱ्यांना ती पाठमोरी असतात म्हणून."

मित्र म्हणाला, "बरोबर. नैऋत्य वारे वाहतात त्यावेळी तामीळनाडू घाटांच्या आड राहतो त्यामुळे त्या काळात तेथे पाऊस (त्या मानाने) कमी होतो. पण ईशान्य वाऱ्यांना मात्र तो प्रदेश सामोरा असतो. म्हणून तामीळनाडूमध्ये हिवाळी पाऊस महत्त्वाचा ठरतो. तेथल्या वार्षिक पावसापैकी ५०% पाऊस हिवाळ्यात होतो. हिवाळी पावसाच्या टापूत, तामीळडनाडू, तटीय आंध्रप्रदेश, दक्षिण कर्नाटक इतके प्रदेश येतात."

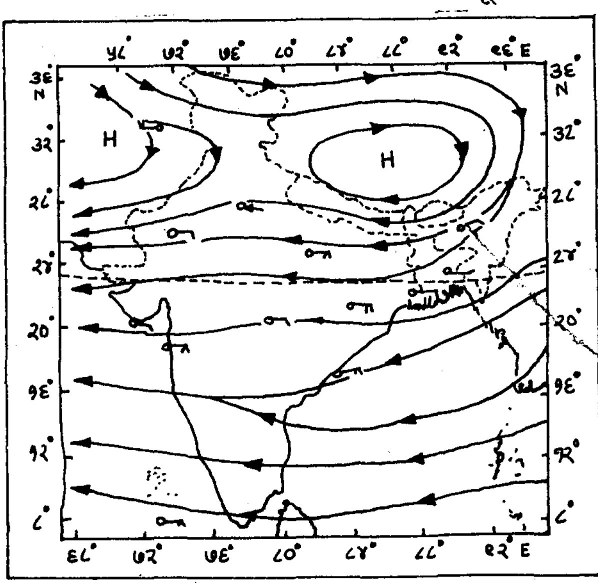
आभाने विचारले, **"हिवाळी पाऊस उन्हाळी पावसासारखा चार महिने पडतो का ? आणि तसं असेल तर केरळमध्ये आठ महिने पाऊस पडत असणार ?"**

मित्र म्हणाला , "हिवाळी पाऊस ऑक्टोबर , नोव्हेंबर , डिसेंबर या महिन्यांत पडतो हे खरं आहे. पण त्याच्या पडण्याच्या तऱ्हा वेगळ्या आहेत. नैऋत्य मान्सून हा सातत्याने पडत रहातो पण ईशान्य मान्सून मात्र तसा नाही. तो थांबून थांबून पडत असतो. सायबेरिगा व त्यालगतच्या भूभागवरून प्रत्यावर्ती वाऱ्यांमुळे ढकलली गेलेली थंड हवा या प्रदेशात घुसते. आणि त्यामुळे हिवाळी पाऊस हा आपल्या जोडीला चक्रीवादळे घेऊनच येतो. याचे आणखी एक कारण म्हणजे बंगालच्या उपसागरात ह्या काळात निर्माण होणारे कमी दाबाचे क्षेत्र. त्याच्यामुळे जोराचा पाऊस, पूर येतात आणि पुष्कळ नुकसान होते."

अमितने विचारले , **"ह्या दोन्ही पावसाळयांच्या वेळी वाऱ्यांची स्थिती कशी असते ?"**



मित्राने उत्तर दिले, "जुलै महिन्यांतल्या वाऱ्यांची दोन चित्रे तुमच्यासमोर आहेत. समुद्रसपाटीवरून वाहणारे वारे पश्चिमेकडून पूर्वेकडे जाताना दिसतात. आणि त्याच काळात ९ कि. मी. उंचीवरून वाहणारे वारे पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जाताना दिसतात. तिबेटवरच्या उंच वातावरणात निर्माण झालेल्या अधिक दाबाच्या क्षेत्रापासून वाहणाऱ्या प्रत्यावर्ती वाऱ्यांचेच हे झोत आहेत. दक्षिण भारतावरून वाहणारा 'पूर्वी झोत' आठवला का? जुलै महिन्यातल्या ह्या नकाशात दिसणारा हा 'पूर्वी झोत' आहे. सप्टेंबर महिन्यापर्यंत हा सतत वाहत राहतो. ऑक्टोबरमध्ये तो नाहिसा होतो. त्या सुमाराला ईशान्य वारे साधारण १.५ कि. मी. उंचीवरून वाहत असतात. आणि त्याच्यावरून सुमारे ३ कि. मी. वरून वाहणारे वारे हे दक्षिणेकडून किंवा आग्नेयेकडून येत असतात. हे वारे म्हणजे बंगालच्या उपसागरावरून वाहणाऱ्या प्रत्यावर्ती वाऱ्यांचाच भाग असतो. अधिक दाबाच्या क्षेत्राच्या स्थलांतरामुळे त्या वाऱ्यांची दिशाही ठराविक रहात नाही. दिवसाकाठी येथल्या वाऱ्यांचे चित्र बदलत रहाते. ते चित्र बदलण्याकरता उष्णकटिबंधीय चक्रीवादळेही कारणीभूत होत असतात."

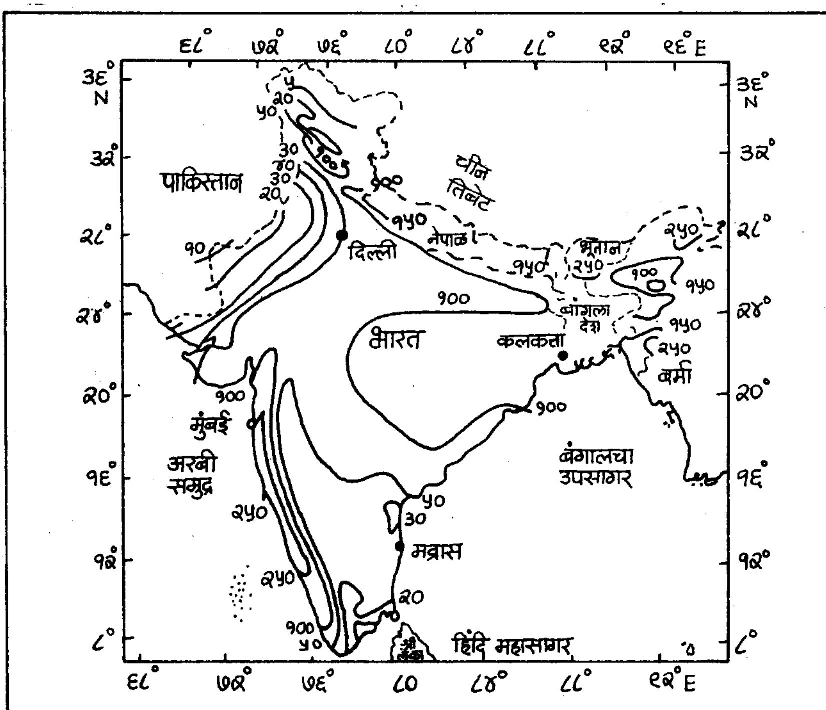


जुलै महिन्यात ९ कि. मी. उंचीवरून वाहाणारे वारे.

दक्षिण भारतावरून वाहाणारा 'पूर्वी झोत' ही येथे दिसतो आहे.

"हजारो सेंटिमीटर पाऊस पडण्याइतकी पाण्याची वाफ हवेबरोबर वाहू शकते ?" आभाने विचारले.

मित्र म्हणाला, "ही गोष्ट आश्चर्य वाटण्यासारखीच आहे. हवामानाच्या अभ्यासासाठी ज्या योजना आखल्या जातात त्यापैकी 'आंतरराष्ट्रीय हिंदी-महासागर मोहीम' ही एक होती. त्यात अनेक भारतीय शास्त्रज्ञांनी भाग घेतला होता. भारतीय शास्त्रज्ञ डॉ. पिशारोटी यांनी हवेतून किती बाष्पाची आयात होत असते याचे मोजमापन करण्याचा प्रयत्न केला. त्या मोजमापनावरून असे आढळते की नैऋत्य मान्सूनच्या एका सामान्य दिवशी सुमारे ७५०० कोटी टन बाष्प घेऊन वारे भारतात शिरत असतात. त्यातल्या केवळ २५०० कोटी टन बाष्पाचा पाऊस होतो. त्या अभ्यासाच्या वेळी आणखी एक गोष्ट लक्षात आली.



भारतात नैऋत्य मान्सूनपासून होणारा पाऊस

नैऋत्य वारे जितकी वाफ घेऊन येतात त्यातली १/३ वाफ ही विषुववृत्ताच्या दक्षिणेकडून आलेली असते. बाकीची वाफ ही अरबी समुद्रावरून येते."

आभानेच पुन्हा विचारले, **"नैऋत्य मान्सूनचा पाऊस पर्वतराशींमुळे होतो , ईशान्य मान्सूनचा पाऊस कमी दाबाच्या क्षेत्रामुळे आणि हवेच्या वेगवान हालचालींमुळे होतो. कधी वाफ सामावून घेण्याच्या क्षमतेपेक्षा अधिक वाफ वातावरणात मिसळली तर त्याचे पाणी होऊन जाते. पण सामान्यपणे काळे ढग आले की पाऊस पडतो. नक्की काय होत असतं ?"**

मित्राने उत्तर दिले,"वातावरणात अनेक वायू आहेत. तसेच पाण्याची वाफ हा वातावरणाचा प्रमुख घटक आहे. ही वाफ किंवा पाणी वातावरणात वायुरूपांत , घनरूपात व द्रवरूपात रहात असते. वाफ बनून ते वातावरणात मिसळते व वरच्या वातावरणात जाते. तेथे पोहोचल्यावर कमी तापमानामुळे किंवा अतिशय वातावरणामुळे त्या वाफेचे घनीभवन होते व त्या वाफेचे हिमकणांत रूपांतर होते. हे हिमकण वातावरणात तरंगत रहातात.

"ह्या हिमकणांचा पाऊस कसा बनतो ?" इलाने विचारले.

"हवेची वाफ सामावून घेण्याची क्षमता ही तापमान आणि दाब यांच्या प्रमाणात कमी जास्त होत असते. कमी तापमानात हवेची ती क्षमता कमी होते. अशावेळी ती वाफरूपात हवेत राहू शकत नाही, व ती घनरूप किंवा द्रवरूप होते. वातावरणात जेव्हा हे घडते तेव्हा वातावरणात असंख्य हिमकण तरंगू लागतात. हिमकणांची ही वस्ती म्हणजेच उंचीवरचे ढग. ह्या ढगात काही जलबिंदूही असतात. हे जलबिंदू व वर येणारी वाफ ही हिमकणांना मिळाली की घनीभवन होते , त्याबरोबर हिमकणांचा आकार आणि वजन वाढू लागते. असे जड हिमकण जेव्हा हवेत तरंगू शकत नाहीत तेव्हा ते धरतीकडे ओढले जाऊ लागतात. खालच्या अधिक तापमानाच्या वातावरणात ह्यांचे रूपांतर जलबिंदूत होते व असा पाऊस पडतो."

"वातावरणात वायू , वाफ , यांच्याबरोबर धुळीचे कण , लवणकण किंवा मीठाचे कण आणि ॲसिड कणही तरंगत असतात. ते आर्द्रता शोषून घेणारे असतात. हवेतले हिमकण किंवा वाफ हे कण शोषून घेतात. ह्या प्रक्रियेमुळे

त्यांचेही वजन वाढत जाते व ते हवेला पेलवत नाही तेव्हा तेही जमिनीकडे ओढले जातात. हवेची वाफ सामावून घेण्याचा बिंदू गाठला नसला तरी ह्या प्रकारचा पाऊस पडू शकतो."

"वाफेचे रूपांतर पावसात होण्याकरता प्रथम तिचे रूपांतर हिमकणांत व्हावेच लागते असे नाही. भारतात नैऋत्य मान्सूनच्या वेळी जे ढग जमतात ते वातावरणाच्या खालच्या थरातच असतात. त्या ढगांची वरची बाजूसुद्धा अतिशीत वातावरणात पोहोचलेली नसते. अशा वेळी हवेत वाफेच्या रूपांत असलेले जलकण एकमेकांत मिसळतात व त्यांचे मोठाले थेंब तयार होतात. मग त्यांच्या वजना - आकारामुळे ते खाली येतात. अशा विविध प्रकारांनी हवेतले पाणी जमिनीवर येत असते."

"हवेतल्या बाष्पाचे रूपांतर कसे होते त्याचा अभ्यास करून शास्त्रज्ञांना कृत्रिमरित्या पाऊस पाडण्याचे तंत्र साधले आहे का?" अमितने विचारले.

मित्र म्हणाला, "हवेतले बाष्प जमिनीकडे ओढून घेण्याकरता काही उपाय करणे, हे तत्वत: शक्य आहे. हवेतली आर्द्रता शोषणारे कण जर वातावरणात फवारले तर पाऊस पडण्याचा संभव वाढतो. त्याकरता हवेत मीठाचे कण किंवा सिल्व्हर आयोडाईडचे कण फवरण्याचा प्रयोग करतात. ऑस्ट्रेलिया या देशात कृत्रिम पावसाचे प्रयोग केले गेले. पण या पावसाच्या तुलनेत प्रयोगाचा खर्च अधिक वाटल्याने तेथे तो प्रयोग बंद करण्यात आला. पण कृत्रिम पाऊस पाडता येईला का याबद्दल शास्त्रीय संशोधन सतत चालले आहे."

इलाने विचारले, **"आपला मौसम विभाग असल्याप्रकारचे संशोधन करतो का?"**

मित्र उत्तरला, "इला, मौसम विज्ञान विभाग ही शास्त्रीय काम करणारी संस्था आहे. हवामानासंबंधी निरीक्षण - संशोधन - अभ्यास हे तिचे मुख्य काम आहे. कृत्रिम पावसाबद्दल संशोधन तेथेही चालते."

"हा मौसम विभाग केव्हा सुरू झाला ?" इलानेच पुन्हा विचारले.

मित्र म्हणाला, "त्याचे पूर्ण नाव आहे, 'भारतीय मौसम विज्ञान विभाग' आपल्या देशांतल्या ज्या पुष्कळ विज्ञान संस्था स्वातंत्र्यापूर्वी सुरू झाल्या, त्या

सगळ्या इंग्रजांनी सुरू केल्या. मौसम विज्ञान विभाग ही त्यापैकीच एक संस्था आहे."

"१५ व्या शतकापासून शिडाची जहाजे घेऊन युरोपीय लोक पृथ्वीच्या अज्ञात भागांचा शोध घेऊ लागले होते. या दर्यावर्दीकडे होकायंत्रे असणे जितके जरूर होते, तितकेच त्यांना ठिकठिकाणच्या वाऱ्यांचे ज्ञानही आवश्यक होते. इंग्रज जेव्हा 'इंडियात' पोहोचले तेव्हा त्यांनी हवामानशास्त्र इथे आणलं. इथे आल्यावर त्यांनी ज्या ज्या ठिकाणी आपलं बस्तान बसवलं, तिथे एक जागा हवामानाची खबर देणाऱ्या रिपोर्टकरता ठेवली. वाऱ्यांची निरीक्षणे करून, बंदराची परिस्थिती व वादळांची पूर्वसूचना देण्याचे काम तो रिपोर्टर करीत असे. अशा छोटेखानी वेधशाळा अनेक प्रांतात इंग्रजांनी वसवल्या होत्या. इंग्रजांचा पाय जसा या भूमीत रोवला गेला तसे हवामानाचे महत्त्व अनेक दृष्टीतून वाढत गेले. शेती, पिके, व्यापार, कर वसूली वगैरे. त्या कारणाने संपूर्ण इंडियाच्या हवामानपद्धतीचा अभ्यास करण्याकरता त्या सरकारने इंपिरियल रिपोर्टर नेमण्याचे ठरवले. बंगाल सरकारचे मिटिओरॉलॉजिकल रिपोर्टर होते '**ब्लॅनफोर्ड.**' त्यांचीच निवड इंपिरियल रिपोर्टर म्हणून करण्यात आली."

"संपूर्ण देशाची हवामानपद्धती जाणण्याचे महत्त्व दाखवून देऊन त्याकरता काय काय गोष्ट आवश्यक आहेत, हे सांगणारा अहवाल त्यांनी सरकारला सादर केला व इंडिया मिटिओरॉलॉजिकल डिपार्टमेंटची स्थापना करण्याची संमती मिळवली."

"भारतीय हवामानाचा ब्लॅनफोर्ड यांना चांगला परिचय होता. संपूर्ण भारतातल्या हवामानाच्या पद्धतीचा अभ्यास करून त्याचा उपयोग पूर्वानुमानाकरता आणि चक्रीवादळांच्या पूर्वसूचनांकरता करण्याचा त्यांचा हेतू होता."

"हवामानाचे निरीक्षण करण्याकरता आवश्यक अशा उपकरणांची सोय असलेल्या वेधशाळा उघडाव्यात, आधीच प्रस्थापित वेधशाळांतून कामकाज चालू ठेवावे, एका ग्रंथालयाची स्थापना करून त्यांत, त्याआधी केलेल्या हवामान व पाऊस यासंबंधीच्या सर्व नोंदी एकत्रित ठेवाव्या, अशा त्यांच्या

सूचना होत्या. त्या सूचना व आवश्यक पदाधिकाऱ्यांच्या नेमणुका व खर्च यांच्यासकट ब्लॅनफोर्डची योजना सरकारने मान्य केली."

"अशा रितीने १८७५ साली भारतीय हवामान खात्याची स्थापना झाली. तेव्हापासून भारतीय हवामानाचा शास्त्रीय पद्धतीने अभ्यास होऊ लागला. कालांतराने वेधशाळांची संख्या वाढू लागली, तेथे लागणाऱ्या उपकरणांची तरतूद होऊ लागली."

"तेव्हांच्या हवामान खात्यात भारतीय तज्ज्ञ असत का ?" आभाने विचारले.

"भारतीयांना विद्येमध्ये चांगली गती होती. नवनव्या विज्ञानशाखांचा अभ्यास करण्याची त्यांची कुवत होती. हवामानाशी निगडीत ह्या विज्ञान विभागात "लाला रुची राम" नावाच्या भारतीयाची रिपोर्टर म्हणून नेमणूक झाली पण ते तिथे फार दिवस राहिले नाहीत. १८८७ साली "लाला हेम राज" यांचीही अधिकारी म्हणून नेमणूक झाली. ह्यांनी मात्र अनेक वर्षे या विभागात तन्मयतेने काम केले. त्याकाळी भारतीय व इंग्रज व्यक्ती एकाच पदावर काम करीत असले तरी त्यांच्या पगारात मोठी तफावत असे. याचे कारण भारतीयांची बुद्धिमत्ता कमी पडे, हे नसून राज्यकर्त्यांचे धोरण तसे होते. पण १९११ साली हेमराजांना इंग्रजांच्या बरोबरीने पगार मिळू लागला. हेमराजांच्या कामाबद्दल त्यावेळचे डायरेक्टर जनरल वॉकर ह्यांनी फार वाखाणणी केली होती. तसे पत्र मौसम विभागाच्या संग्रहालयात आहे."

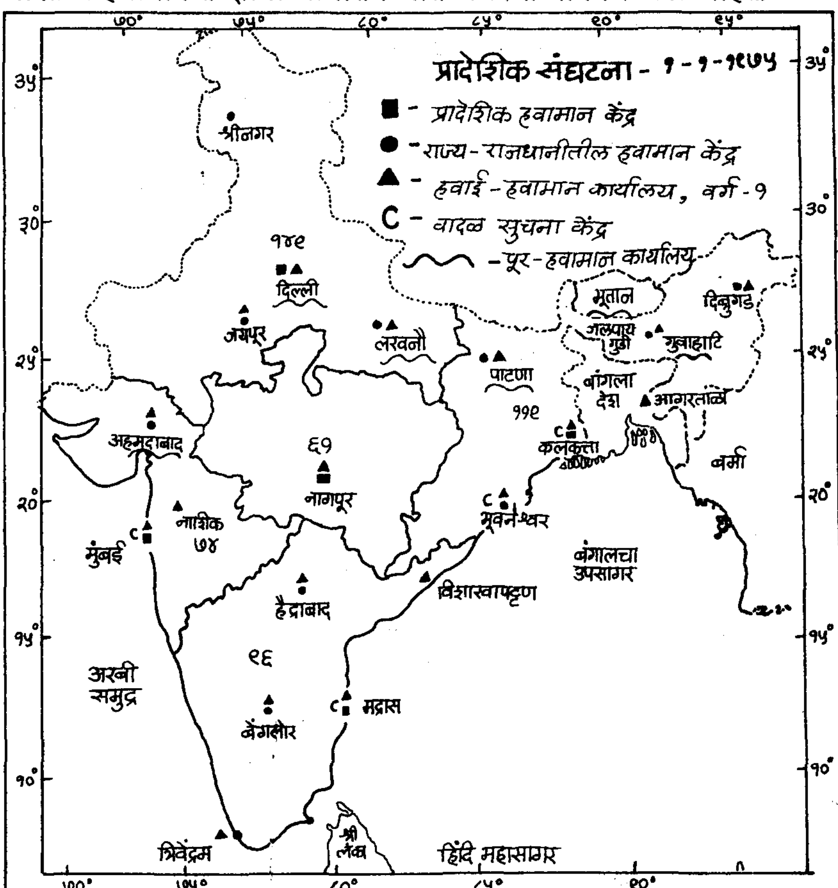
"१९१९ साली ह्या खात्यात १३ उच्च पदांपैकी १० पदांवर इंग्रज आणि ३ पदांवर भारतीय होते. १९२३ साली ही परिस्थिती बरोबर उलट झाली. इंग्रज राजवटीत फारच थोड्या संस्थांमध्ये भारतीयांची नेमणूक उच्च पदांवर होई. हवामान खाते हे त्यांच्यापैकी एक होते ही अभिमानाची गोष्ट होती."

"वॉकर म्हणजे वॉकर सेल आणि दक्षिणी दोलनाचा शोध लावणारेच का ?" अमितने विचारले.

"होय. गिलबर्ट वॉकर हे हवामान खात्याचे डायरेक्टर जनरल म्हणून काम पहात असतांना त्यांची व सी. व्ही. रामन् यांची विचारांची बरीच देवाण घेवाण होई. ती आजही त्यांच्या पत्रांवरून आपल्याला पहाता येते. वॉकर हे गणिततज्ज्ञ

होते. हवामान क्षेत्रांतल्या संशोधनाला त्यांचा मोठा हातभार लागला आहे. पावसाच्या पूर्वानुमानाकरता त्यांनी अनेक तंत्रांचा विकास केला. त्याच्यात थोडा फार बदल करून आजही त्या तंत्राचा आधार घेतला आधार घेतला जातो."

वादळांची पूर्वसूचना, पावसाचा अंदाज यांच्याशिवाय अनेक ठिकाणी हवामान संशोधनाचा उपयोग होतो. विमान उड्डाणात त्याचे महत्त्व अनन्य साधारण आहे. हवामानशास्त्राचे महत्त्व दिवसेंदिवस वाढत चालले आहे, त्याबरोबर त्यातल्या संशोधन शास्त्रांची संख्याही वाढत आहे. कित्येक भारतीय हवामान तज्ज्ञांना जागतिक पातळीवर सन्मान मिळाले आहेत.



पावसाच्या पूर्वानुमानाकरता १९८८ साली जे प्राचलिक आणि घात-समाश्रणीय मॉडेल बनविण्यात आले, त्याच्या आधाराने पावसाचे पूर्वानुमान पुष्कळ अंशी अचूक होत आहे."

"जागतिक पातळीवरून मान्सूनचा अभ्यास होतो का? आणि त्यात भारतीय शास्त्रज्ञ भाग घेतात का?" उत्तमने विचारले.

"मुलांनो वार्षिक परीक्षा झाल्याने तुम्हाला सुट्टी आहे. मजा आहे. पण मला कामाला जायचे आहे. ह्या प्रश्नाचे उत्तर मी पुढच्या वेळी देईन. चालेल?"

"बरं. चालेल." उत्तम नाखुषीने म्हणाला.

मित्र निघून गेला. पाऊस अजून दूर आहे हे ऐकल्यापासून सर्वांना अधिक उकडतंय असं वाटू लागलं होतं. हुश्श हुश्श करीत सगळ्यांनी पुस्तके चाळायला सुरुवात केली.

◆ ◆ ◆

पाच

गॅरेजला कुलूप पाहून जो तो एकच प्रश्न विचारू लागला, "विद्या कुठे आहे ?" कुणालाच त्याचे उत्तर माहीत नव्हते. पुस्तके न्यायला - द्यायला आलेल्या मुलांचा घोळका वाढत चालला होता. विशाखा दिसल्याबरोबर तिच्याभोवती मुलांनी गराडा घातला, विद्या कुठे आहे ? ती विचारू लागली.

"हो हो. जरा दमाने घ्या. प्रथम वाचनालय उघडून कामाला सुरुवात करू या."

गॅरेज उघडल्याबरोबर सगळे आत घुसून पुस्तकांच्या शोधात लागले. तेव्हा विशाखाने त्यांना सांगितले,

"आज सकाळी विद्याकडे त्याचा एक जुना मित्र आला आहे. म्हणून वाचनालयाचे काम त्याने माझ्यावर सोपवले आहे. केरळातून आला आहे म्हणे तो. थोड्या वेळाने ते दोघे इकडे येतील."

"नव्या मित्रांचं नंतर पाहू. आधी आपल्याला चांगले परिचित झालेले मित्र केव्हा येतात ते बघू या." इला म्हणाली.

"शंभर वर्ष आयुष्य !" विशाखा मित्राला पाहून म्हणाली.

"इतक्यातच माझी आठवण काढलीत ? आज तर मी लवकर आलो आहे. होय ना, उत्तम ?" मित्राने विचारले.

घड्याळात पाहून उत्तमने मान डोलावली.

"हं, सांग तुझा काय प्रश्न होता ते." उत्तमलाच मित्राने म्हटले.

“जागतिक पातळीवरून मान्सूनचा अभ्यास होतो का ? आणि त्यात भारतीय शास्त्रज्ञ भाग घेतात का ?” उत्तमने प्रश्न सांगितला.

मित्र म्हणाला , “दोन्ही प्रश्नांची उत्तरे होय अशीच आहेत. ‘जागतिक वातावरण अनुसंधान’ आणि ‘आंतरराष्ट्रीय कौन्सिल ऑफ सायंन्टिफिक युनियन्स’ या दोन संस्थांनी मिळून जागतिक वातावरणीय संशोधन कार्यक्रम सुरू केला. त्यांच्यातर्फे १ डिसेंबर १९७८ या दिवशी जागतिक हवामान प्रयोग सुरू करण्यात आला. पृथ्वीवरच्या वातावरणाचे निरीक्षण करण्याचा हा व्यापक प्रयोग होता. त्याच्या व्यापकतेची कल्पना यायची तर १०° उ. अक्षांश ते १०° द. अक्षांश या दरम्यान विषुववृत्तीय सागरात प्रयोगाची ५२ संशोधन जहाजे , १०४ संशोधक विमाने निरीक्षण कार्य करीत होती.

मोनेक्स हे या जागतिक हवामान प्रयोगाचे एक अंग होते.

“मोनेक्स म्हणजे काय ?” उत्तमने विचारले.

“मोनेक्स म्हणजे मान्सून एक्स्पेरिमेंट. मान्सून वारे पद्धतीचा पृथ्वीवरच्या वातावरणावर काय परिणाम होतो याचा अभ्यास करणे, हा या प्रयोगाचा मुख्य उद्देश होता. स्थलकालाला अनुरूप असे या प्रयोगाचे तीन भाग केले होते.

१) हिवाळयातील प्रयोग : हिंदी महासागर , पश्चिमेकडचा प्रशांत महासागर , इंडोनेशिया व मलेशियाच्या भूप्रदेशांत १ डिसेंबर १९७८ ते ५ मार्च १९७९ या कालावधीत करण्यात आला.

२) उन्हाळयातील प्रयोग : १ मे १९७९ ते ३१ ऑगस्ट १९७९ या कालावधीत आफ्रिकेचा पूर्व किनारा , अरबी समुद्र , बंगालचा उपसागर आणि त्या लगतचे भू प्रदेश , तसेच हिंदी महासागरांतले १०° उ. अक्षांशांपासून १०° द. अक्षांशापर्यंतचा यावर निरीक्षण केले जाते.

३) रामेक्स : हा पश्चिम आफ्रिकेतील मान्सून प्रयोग होता. उन्हाळ्याच्या काळात पश्चिम व मध्य आफ्रिका येथे निरीक्षणे केली गेली.

या निरीक्षण प्रयोगातून मिळालेली माहिती किंवा आधारसामग्री तीन स्तरांत विभागली होती.

१) प्राथमिक स्वरूपाची आधारसामग्री म्हणजे वेगवेगळ्या वेधी उपकरणांनी केलेली नोंद .

२) प्राथमिक माहिती आधारे प्राप्त झालेली, वाऱ्याचे वेग व दिशा अशी बदलत राहणारी वातावरणीय आधारसामग्री.

३) आलेख किंवा नकाशे या स्वरूपातील संस्करण केलेली आधारसामग्री.

वरील तीनही स्तरातल्या माहितीचा सुसंगतपणा व अचुकपणा यांचे नियंत्रण करण्यासाठी भारतीय शास्त्रज्ञांनी दिल्लीतल्या 'आंतरराष्ट्रीय मोनेक्स व्यवस्थापन केंद्रात' कंप्युटर कार्यक्रम आखला होता."

" एवढ्या जगव्यापी प्रयोगाकरता कुणी कुणी सहकार्य केले होते ?" अमितने विचारले.

"प्रयोगाकरता रशियाने आपली पाच संशोधन जहाजे दिली होती. अमेरिकेने तीन मुलकी विमाने दिली होती, फ्रान्सने एक संशोधन जहाज देऊ केले होते. भारताने पाच संशोधन जहाजे व एक विमान या प्रयोगाकरता दिले होते. याशिवाय भारताने इतर प्रकारचे सहकार्य केले होते."

"भारतीय मौसम विज्ञान विभागातर्फे आपल्या देशाने या प्रयोगात भाग घेतला होता. मोनेक्स व्यवस्थापन कमिटी ही या प्रयोगाला मार्गदर्शन करीत होती. प्रयोगाकरता आवश्यक अशा अग्निबाणांचा विकास करणे व त्यांचे उड्डाण आवश्यक होते, ते काम भारतीय अंतरीक्ष संशोधन अनुसंधान यांनी केले. देशात तीन ठिकाणांहून वातावरणीय अग्निबाण उडविले जात होते. 'अपसोंड' या विशिष्ठ उपकरणाच्या सहाय्याने ३० किलोमीटर इतक्या उंचीवरचे तापमान, दाब व बाष्प मोजणेही या प्रयोगाचे आवश्यक अंग होते. त्या मोजमापनाची जबाबदारीही भारतीय आंतरीक्ष अनुसंधानाने घेतली होती."

मागून एक अनोळखी आवाज म्हणाला, "या प्रयोगाकरता भारतीय अंतरीक्ष अनुसंधानाने काय केले ते मी सांगितले तर चालेल का ?"

विद्याधरच्या शेजारी बसलेला एक जण म्हणाला. सगळे त्याच्याकडे पाहू लागले.

"जरूर सांग. अरे पण तू केव्हा आलास ? हल्ली असतोस कुठे ?" मित्राने ओळखीने विचारले.

"मी तिकडे केरळमध्ये विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केंद्रात काम करतो. म्हणून तर त्याबद्दल मी सांगतो असं म्हटलं." पाहुण्याने उत्तर दिले.

"मोनेक्स प्रयोगासाठी तीन ठिकाणांहून अग्निबाण सोडणे जरूर होते. पण तेव्हा इस्त्रो म्हणजेच भारतीय आंतरिक्ष अनुसंधान यांच्याकडे केवळ दोनच अशी ठिकाणे होती, एक थुंबा येथे आणि दुसरे श्रीहरिकोटा इथे. तिसरी रॉकेट रेंज सुरू करायची म्हणजे त्यात अनेक सुविधा असाव्या लागतात. पण एकदा त्याकरता जागा निवडल्यानंतर नऊ महिन्यात इस्त्रोच्या अभियंत्यांनी अग्निबाण ठेवण्याची जागा, अग्निबाणाची जुळणी करण्याकरता जागा व सोय, लॉंच पॅड, कंट्रोल सेंटर, रडार, वातावरणीय आधार, संपर्कसामग्री या सर्व सुविधांसकट ओरिसांतल्या बालासोर या ठिकाणी रेंज उभी करून दिली.

तसेच या प्रयोगासाठी दोनशे अग्निबाणांची जरूरी होती. या अग्निबाणांना आर. एच. १२० असे म्हणत. त्यांचे वजन ११० किलो असून, साडेतीन मीटर लांबी होती. दोन टप्प्यांच्या या अग्निबाणांचा व्यास १२० मि. मीटर होता. हे अग्निबाण आपल्याबरोबर 'चॅफ' घेऊन उडत. हे अग्निबाण विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केंद्रात विकसित केले होते."

"चॅफ म्हणजे काय ?" अमितने विचारले.

पाहुणा आता मित्राकडे पाहू लागला व म्हणाला, "आता पुढची जबाबदारी तुझ्यावर."

मित्राने उत्तर दिले, "चॅफ म्हणजे तांब्याच्या सुयांचा गठ्ठाच असतो. ठराविक मार्गावरून ठराविक उच्चतम बिंदूपर्यंत अग्निबाण पोहोचला की इलेक्ट्रॉनिक टायमरच्या सहाय्याने हा चॅफ वातावरणात सोडला जातो. या सुया रडारच्या परिवर्तकासारखे काम करतात. त्या जशा वातावरणात पसरत जातात तसा रडार त्यांचा मार्ग टिपून घेतो. या सुयांच्या पसरण्यावरून, त्यांच्या हालचालींवरून त्या त्या उंचीवरील वाऱ्यांची दिशा, जोर व पद्धत कळते. अशी मोनेक्स करता विविध प्रकारांनी आधारसामग्री मिळवली गेली."

"या मोनेक्स प्रयोगामुळे काय फायदा झाला ?" आभाने विचारले.

मित्राने उत्तर दिले, "मान्सूनच्या काळांतल्या हवामानाविषयी काही गोष्टी अज्ञात होत्या त्यांच्यावर ह्या प्रयोगामुळे प्रकाश पडला. काही गोष्टी संदिग्ध

होत्या त्या स्पष्ट झाल्या."

"सूर्याच्या प्रारणाची आयात आणि पृथ्वीच्या परावर्तित प्रारणाने त्याची निर्यात या दोन्हीतला समतोल 'मोनेक्स' पूर्वी स्पष्ट नव्हता. पण उपकरणांनी सुसज्ज विमाने वातावरणाच्या अनेक थरातून नेऊन त्याचा अभ्यास केला गेला व प्रारणाच्या आयात निर्यातीचे चित्र स्पष्ट झाले."

"विषुववृत्तीय प्रदेशात सिरिओलिक शक्ती अगदी कमी असते. तेथल्या वाऱ्यांविषयी फार थोडी माहिती मोनेक्सपूर्वी उपलब्ध होती.

मोनेक्स पूर्वी, 'दक्षिण गोलार्धातून उत्तर गोलार्धात हवेची फार मोठी आयात होते,' अशी समजूत होती. मोनेक्समुळे तो गैरसमज दूर झाला, दक्षिण गोलार्धातून उत्तर गोलार्धात हवेची मोठ्या प्रमाणावर आयात होत असते, हे सिद्ध झाले."

"ज्या वर्षी मोनेक्स चालू होता त्यावर्षी म्हणजे १९७८ साली केरळच्या किनाऱ्यावर मान्सूनचे वारे ११ दिवस उशिरा पोहोचले. अरबी समुद्राच्या दक्षिण भागावरून वाऱ्यांची प्रत्यावर्ती हालचाल सुरू होती त्यामुळे मान्सूनचे वारे केरळच्या किनाऱ्यावरून भारतात शिरण्याऐवजी किनाऱ्याला समांतर वाहून उत्तरेकडे वाहात असल्याचे मोनेक्समुळे प्राप्त झालेल्या माहितीवरून कळून आले. मोनेक्स प्रयोगामुळे भारतीय हवामानातून मान्सूनचे न्युमेरिकल मॉडेल बनवायला उद्युक्त झाले. असा हा मोनेक्स प्रयोग पार पडला त्याबरोबरच आपली ही साठा प्रश्नांची कहाणीपण संपवावी लागणार आहे. मला काही दिवस बाहेर जावं लागणार आहे." असे बोलून तो पाहुण्या मित्राकडे जाऊ लागला.

"आमच्याही शाळा लवकरच सुरू होणार आहेत. पाऊस उशिरा येणारा असला तरी शाळा वेळेतच सुरू होणार आहेत. पण आम्हाला पाऊस, हवामान यांच्याविषयी माहिती दिल्याबद्दल मी आम्हा सर्वांतर्फे तुमचे आभार मानतो." अमित म्हणाला. त्यावर सगळ्यांनी टाळ्या वाजवल्या. विद्याधरने आपल्या पाहुण्या मित्राची सगळ्यांशी ओळख करून दिली. आपल्या ह्याही मित्रावर प्रश्नांचा भडिमार होणार असा रंग दिसताच, विद्याने घाईघाईने सर्वांचा निरोप घेतला व आपल्या मित्रांना घेऊन तो निघून गेला.

ते तिघे निघून गेल्यावर वाचनालयांत दोन तीन मिनिटे शांतता पसरली. ते बघून विशाखाने टाळ्या वाजवून मुलांना बोलावले व पुस्तके निवडायला सांगितले.

"पुढच्या वेळी सर्वांनी पुस्तके परत करायची पण न्यायची नाहीत, हे लक्षात आहे का ?" तिने विचारले.

"का ?" इशानने विचारले.

"वाचनालय केवळ सुट्टीपुरतं होतं. सुट्टी संपेल तसं वाचनालयाचे कामही संपेल." विशाखाने त्याला सांगितले.

पुस्तके नेण्याचा शेवटचा दिवस म्हणून मुले त्यातल्या त्यात चोखंदळपणे पुस्तके निवडू लागली.

◆ ◆ ◆

मुलांसाठी वैज्ञानिक जनरल नॉलेज

गणितातील गमती जमती		जयंत नारळीकर
पाऊस व तापमान		सौ. सुधा वसंत गोवारीकर
निसर्गाची भानामती		डॉ. हेमंत विंझे
वैज्ञानिक जनरल नॉलेज		एल. के. कुलकर्णी
थोडे विज्ञान थोडी गंमत		- " -
वैज्ञानिक समज गैरसमज		- " -
मुलांसाठी विज्ञान कथा		जगदीश काबरे
वैज्ञानिकांच्या नवलकथा		रमेश सहस्त्रबुद्धे
मुलांसाठी जनरल नॉलेज	पक्षी	सौ. शैलजा ग्रब
	सस्तन प्राणी	सौ. शैलजा ग्रब
	सरपटणारे प्राणी	सौ. शैलजा ग्रब
वैज्ञानिक जिज्ञासापूर्ती		डॉ. किशोर कुलकर्णी
वैज्ञानिक जनरल नॉलेज	भाग १ ते ५	- " -
वैद्यकिय जनरल नॉलेज	भाग १ ते ५	डॉ. दिक्षीत
मुलांसाठी साहस कथा	(साहसी मुलांच्या सत्यकथा)	ल.गो. वाघ

मनोविकास प्रकाशन

